Sistemas de transmisión y frenado

Esteban José Domínguez, Julián Ferrer

TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS

EDITEX

ÍNDICE

UNIDAD 1. LA TRANSMISIÓN EN LOS VEHÍCULOS 4
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 7 4
ACTIVIDADES - PÁG. 9 4
ACTIVIDADES - PÁG. 12 5
ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 24 5
UNIDAD 2. EMBRAGUES Y CONVERTIDORES DE PAR 8
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 35 8
ACTIVIDADES - PÁG. 44 8
ACTIVIDADES - PÁG. 48 9
ACTIVIDADES - PÁG. 56 10
ACTIVIDADES - PÁG. 60 10
ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 64 11
UNIDAD 3. CAJAS DE CAMBIOS MANUALES 16
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 73 16
ACTIVIDADES - PÁG. 78 16
ACTIVIDADES - PÁG. 93 18
ACTIVIDADES - PÁG. 95 19
ACTIVIDADES - PÁG. 99 20
ACTIVIDADES - PÁG. 101 21
ACTIVIDADES - PÁG. 105 21
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 110 22
UNIDAD 4. CAJAS AUTOMÁTICAS Y VARIADORES 27
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 117 27
ACTIVIDADES - PÁG. 127 27
ACTIVIDADES - PÁG. 138 28
ACTIVIDADES - PÁG. 143 29
ACTIVIDADES - PÁG. 146 29
ACTIVIDADES - PÁG. 151 30
ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 156 31
UNIDAD 5. GRUPOS REDUCTORES Y DIFERENCIALES 37
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 163 37
ACTIVIDADES - PÁG. 165 37
ACTIVIDADES - PÁG. 171 38
ACTIVIDADES - PÁG. 175 38
ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 186 39
UNIDAD 6. LA TRANSMISIÓN 4x4, ÁRBOLES Y SEMIÁRBOLES 42
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 195 42
ACTIVIDADES - PÁG. 197 42
ACTIVIDADES - PÁG. 208 42
ACTIVIDADES - PÁG. 214 43
ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 220 44
UNIDAD 7. LOS FRENOS EN LOS VEHÍCULOS 48
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 227 48
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 248 48
UNIDAD 8. ELEMENTOS Y PIEZAS DEL SISTEMA DE FRENO 53
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 255 53
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 290 53
UNIDAD 9. MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS EN VEHÍCULOS LIGEROS 58
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 299 58
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 320 61

UNIDAD 10. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN LOS FRENOS 66
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 327 66
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 350 66
UNIDAD 11. SISTEMAS DE FRENO EN VEHÍCULOS INDUSTRIALES Y AGRÍCOLAS 72
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 361 72
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 388 72
UNIDAD 12. EL FRENO DE ESTACIONAMIENTO 77
ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 395 77
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 412 78

UNIDAD 1. LA TRANSMISIÓN EN LOS VEHÍCULOS

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 7

1. ¿Qué componente de la transmisión se emplea para realizar la marcha atrás en los vehículos?

La caja de cambios.

2. ¿Cómo afecta el tipo de transmisión en el diseño del vehículo?

La posición del motor y de la caja de cambios influye de una manera fundamental en:

- En el tipo de carrocería y en el diseño de su aerodinámica.
- Al reparto de pesos en los ejes.
- Al número de componentes de la transmisión, cajas de trasferencia y árboles de transmisión.

3. ¿Qué importancia tiene la gestión electrónica en los nuevos componentes de las transmisiones?

La gestión electrónica es fundamental en el funcionamiento de los cambios automáticos y sistemas de acoplamiento 4x4, influye en la rapidez de respuesta y añade funciones al funcionamiento.

4. ¿Crees que se puede sacar el máximo de rendimiento de un motor sin un adecuado escalonamiento del cambio?

No, el diseño del cambio con un escalonamiento adecuado es fundamental para optimizar y aprovechar al máximo la potencia del motor.

5. ¿Qué tipo de transmisión es la más apropiada para circular por terrenos deslizantes?

La transmisión 4x4.

ACTIVIDADES - PÁG. 9

1. ¿Cómo crees que puede influir la resistencia del aire en el movimiento de un vehículo?

La resistencia del aire se opone al desplazamiento, el choque del aire contra el vehículo lo frena. El vehículo desarrolla menos potencia cuanto mayor sea la resistencia del aire. En el desplazamiento del vehículo Influirá también la dirección del viento, con el viento a favor de la marcha, la fuerza del viento es una fuerza que empuja al vehículo.

ACTIVIDADES - PÁG. 12

2. ¿Puede influir la aerodinámica del vehículo en el consumo de combustible? Razona tu respuesta.

La aerodinámica del vehículo influye en la resistencia del aire y en consecuencia en el consumo de combustible. De tal manera que, cuanta mayor resistencia ofrezca el vehículo a su penetración en el aire, mayor será el consumo de combustible.

Para aminorar el c_x, y por lo tanto beneficiar a la aerodinámica, los vehículos montan alerones capaces de crear una presión hacia el suelo gracias a la diferencia de presión entre sus capas superior e inferior.

3. Busca información sobre aerodinámica y formula 1.

En internet podemos encontrar información sobre la importancia que tiene la aerodinámica en el diseño de coches de formula 1.

www.formulaf1.es/tag/**aerodinamica**

www.formulaf1.es/4620/**aerodinamica**-basica-aplicada-a-la-**f1**/

En los últimos años las mejoras más importantes del coche se ha centrado en los diseños aerodinámicos de los formulas, alerones, difusores y escapes soplados han marcado las diferencias entre las escuderías.

ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 24

1. Enumera las misiones más importantes que realiza la transmisión.

La transmisión cumple principalmente las siguientes misiones:

- Acopla o desacopla el giro del motor. Esta misión la realiza el embrague. Reduce o aumenta el par de salida del motor a través de la caja de cambios.
- Realiza la marcha atrás.
- Transmite el par desde la caja de cambios hasta las ruedas a través de los árboles de transmisión, diferenciales, grupos cónicos y semiárboles.

2. Calcula la resistencia a la rodadura de un turismo que tiene de masa 950 kg y se desplaza por un camino de tierra. Calcula esta resistencia también cuando se desplaza sobre una carretera asfaltada.

Peso = masa · gravedad

$P = 950\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 9.310\ N$

El coeficiente de resistencia a la rodadura en arena es 0,15, por lo tanto:

$F_{rd} = P \cdot \mu_r$

$F_{rd} = 9310N \cdot 0{,}15 = 1.396{,}5\ N$ en arena.

El coeficiente de resistencia a la rodadura en asfalto es 0,013, por lo tanto:

$F_{rd} = 9310\ N \cdot 0{,}013 = 121{,}03\ N$ en asfalto.

3. ¿El motor se considera parte de la transmisión? Razona la respuesta.

No. El motor es el conjunto mecánico que genera la potencia y la fuerza necesaria para que el vehículo se desplace, el motor no transmite fuerza o par de un conjunto a otro, como todos los elementos de la transmisión.

4. Explica cómo afectan a la marcha de un vehículo las resistencias siguientes:

- **Resistencia a la rodadura.**
- **Resistencia del aire.**
- **Resistencia por pendiente.**
- **Resistencia por rozamiento mecánico.**
- **Resistencia por inercia.**

- Resistencia a la rodadura. Afecta a la velocidad que el vehículo se puede desplazar, las resistencias por rodadura grandes impiden circular con rapidez (circular por arena, barro, grava, etc.).
- Resistencia del aire. Afectan a la estabilidad y al consumo de combustible.
- Resistencia por pendiente. Afectan a la velocidad y al consumo de combustible.
- Resistencia por rozamiento mecánico. Afectan al consumo de combustible principalmente.
- Resistencia por inercia. Afectan a la rapidez de respuesta (aceleración y deceleración).

5. Calcula la potencia útil en el eje motriz de un vehículo que ofrece una potencia al freno (W_f) de 110 CV y unas pérdidas por rozamientos mecánicos de la transmisión del 15%.

η_m = 100 % – 15 % = 85 % $\rightarrow \eta_m$ =0,85

La potencia útil (W) será:

$W = W_f \cdot \eta_m$

$W = 110\ CV \cdot 0,85 = 93,5\ CV$

La potencia perdida por rozamientos es aproximadamente de 16,5 CV.

6. Calcula el par transmitido (C_m) en un vehículo que dispone de una rueda de 360 mm de diámetro, si conocemos la fuerza de empuje en 1ª velocidad al eje motriz es de 3.000 N.

Ø = 360 cm = 0,36 m

r = 0,36 m : 2 = 0,18 m

F_e = 3.000 N : 10 = 300 daN

$C_r = F_e \cdot r$

C_r = 300 daN · 0,18 = 54 daNm

7. Explica en qué medida afecta el coeficiente aerodinámico del vehículo «c_x» en el consumo de combustible y la manera de disminuirlo.

La resistencia del aire es un parámetro que interviene en el desplazamiento de un vehículo. Cuanto mayor sea el coeficiente aerodinámico, mayor será la resistencia que el vehículo ofrezca para su desplazamiento, y por lo tanto, mayor será el combustible que se ha de consumir.

8. ¿Qué tipo de transmisión es la más empleada en los automóviles? ¿Por qué crees que es la más empleada?

La transmisión más empleada en los automóviles es la transmisión con tracción delantera y motor delantero transversal. Es la más empleada, por que se simplifica la transmisión, necesita poco espacio, y es más barata. Se elimina el árbol de transmisión para transmitir el par desde el motor hasta las ruedas.

9. Explica en qué medida condiciona la posición del motor en las transmisiones de los vehículos.

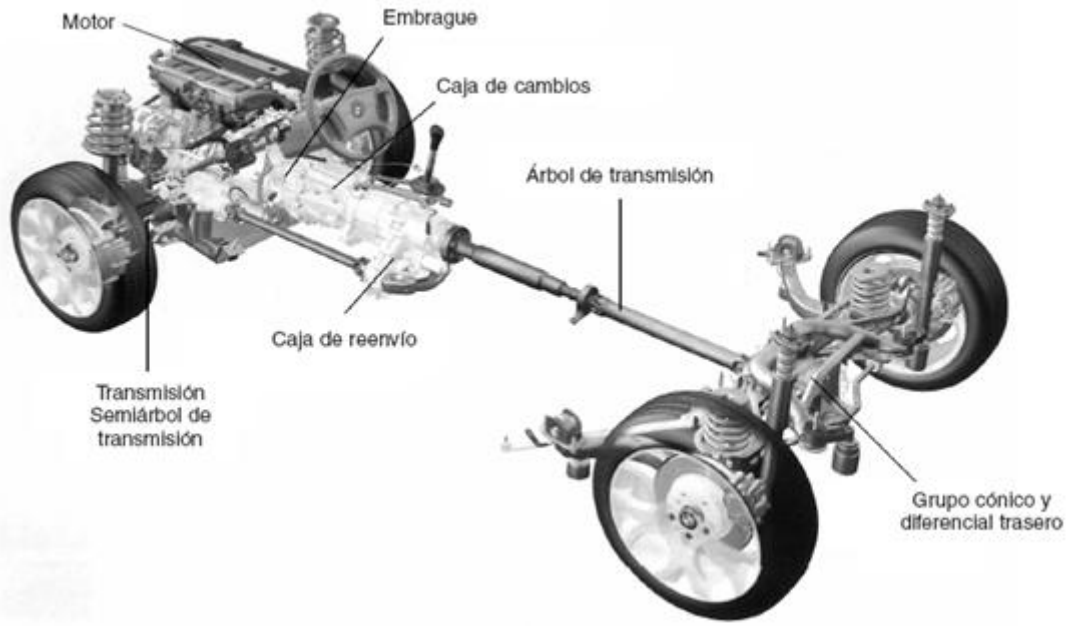
El tipo de transmisión que un automóvil equipa depende de factores como la posición del motor y del eje o ejes que reciban la transmisión motriz.

Si el eje delantero es el que recibe la transmisión de movimiento, se denomina «tracción delantera», esta configuración monta mayoritariamente el motor en la parte delantera del vehículo, ocupa poco espacio y al eliminar el árbol de transmisión, permite más espacio para los ocupantes de las plazas traseras del automóvil.

Si es el eje trasero el que recibe la transmisión de movimiento, se denomina «propulsión o tracción trasera». En este caso, el motor se monta tanto en la parte delantera como en la trasera.

Si los dos ejes son motrices opcionalmente o fijos se denomina al vehículo de «propulsión o tracción total», y en esta configuración el motor puede ir en la parte delantera y trasera del vehículo.

10. Nombra en tu cuaderno los distintos componentes de la transmisión de la figura 1.38.



UNIDAD 2. EMBRAGUES Y CONVERTIDORES DE PAR

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 35

1. ¿Qué tipo de embrague es el más empleado en los automóviles de pequeña y mediana cilindrada?

El embrague de fricción en seco, monodisco con diafragma de acero.

2. ¿Qué tipo de embrague están equipando los vehículos de gama alta y todoterreno de lujo?

Convertidor de par con embrague anulador.

3. ¿Qué tipo de embrague de fricción sufre menos desgaste?

El embrague de fricción multidisco bañado en aceite.

4. ¿Por qué no necesitan pedal de embrague los vehículos que montan cambios automáticos?

Los vehículos con cambios automáticos montan convertidor de par, y el convertidor de par no se acopla a voluntad del conductor (pisando el pedal del embrague).

5. ¿Qué ventajas tiene el convertidor de par que dispone de embrague anulador?

El embrague anulador evita el resbalamiento del convertidor. Los vehículos con convertidor y embrague anulador no pierden velocidad por resbalamientos de convertidor.

ACTIVIDADES - PÁG. 44

1. Calcula la potencia al freno (W_f) de un motor cuyo par a 3.000 rpm es de 200Nm.

$$Cm = 716{,}20 \frac{Wf}{rpm}$$

$1\ kg \cdot m = 9{,}8\ N$

$200\ Nm : 9{,}8\ N = 20{,}40\ kgm$

$$Wf = \frac{Cm \cdot rpm}{716{,}2} = \frac{20{,}40 \cdot 3.000}{716{,}2} = 85{,}45\ CV$$

2. Calcula la fuerza de empuje máxima (F_e) que puede ejercer un plato de presión con ocho muelles de acero. Conocemos que, cuatro están marcados con rojo y ejercen una fuerza de 450 N y los otros cuatro, marcados en verde y ofrecen una fuerza de 400 N.

F_e = F · nº de muelles
F_e = (450 N · 4) + (400 N · 4)
F_e = 1.800 N + 1.600 N = 3.400 N

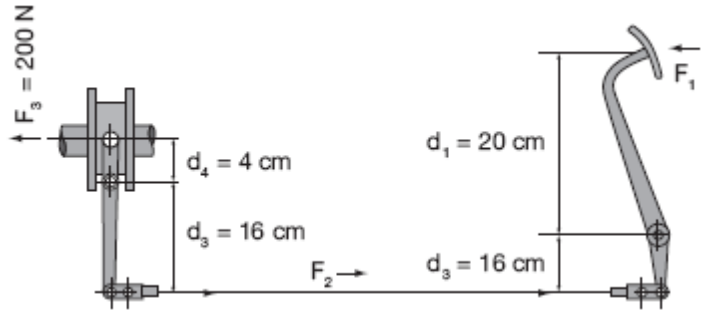
El uso de muelles de distinto tarado proporciona un funcionamiento más suave y progresivo del embrague, de tal manera que se transmite el par con menores brusquedades.

3. Calcula la fuerza transmitida (F_t) por un embrague monodisco sometido a una fuerza de empuje de 2.000 Nm. El embrague está fabricado en acero y tiene un coeficiente de adherencia de μ = 0,3.

n = número de caras de contacto del disco
$F_t = F_e \cdot (\mu \cdot n)$ = 2.000 N (0,3 · 2) = 200 daN · 0,6 = 120 daN

ACTIVIDADES - PÁG. 48

4. Calcula la fuerza F_1 que se debe aplicar a un pedal de embrague con accionamiento por palancas y cable, para transmitir una fuerza F_3 en el collarín de empuje de 200 N.



$F_3 \cdot d_4 = F_2 \cdot d_3$

$200\ \text{N} \cdot 4\ \text{cm} = F_2 \cdot 16\ \text{cm}$

$$F_2 = \frac{200\ \text{N} \cdot 4\ \text{cm}}{16\ \text{cm}} = 50\ \text{Newton}$$

$F_2 \cdot d_2 = F_1 \cdot d_1$

$50\ \text{N} \cdot 5\ \text{cm} = F_1 \cdot 20\ \text{cm}$

$$F_1 = \frac{50\ \text{N} \cdot 5\ \text{cm}}{20\ \text{cm}} = 12{,}5\ \text{newton}$$

5. Investiga empleando los manuales de reparación y otras fuentes, qué sistemas se emplean para realizar el ajuste y tensado del cable y del pedal de accionamiento del embrague en los automóviles y motocicletas.

El sistema más empleado para ajustar el cable del freno de mano es el de ajustarlo con una tuerca que tensa el cable.

En el accionamiento por cable del embrague también, una tuerca y contratuerca permiten tensar el cable y ajustarlo a la cota que el fabricante indique.

ACTIVIDADES - PÁG. 56

6. Calcula el resbalamiento de un embrague hidráulico en el que la turbina gira a 4.000 rpm y el motor está girando a 4.300 rpm.

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{nt}{nb}\right) = \%$$

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{4.000}{4.300}\right) = 100\ \% \cdot (1 - 0{,}93)$$

$$s = 100 \cdot 0{,}07 = 7\ \%$$

7. Calcula el resbalamiento de un embrague cuando el motor gira a 5.500 rpm y la turbina de salida también gira a 5.500 rpm. Razona tu respuesta.

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{nt}{nb}\right) = \%$$

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{5.500}{5.500}\right) = 100\ \% \cdot (1 - 1)$$

$$s = 100 \cdot 0 = 0\ \%$$

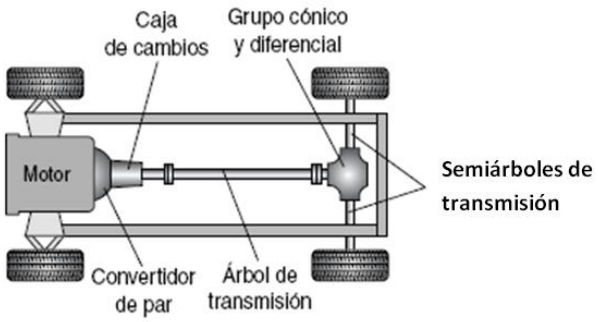
No es posible que las revoluciones de entrada sean las mismas que las de salida, en este caso no existiría resbalamiento, sin resbalamiento el embrague hidráulico no funciona.

ACTIVIDADES - PÁG. 60

8. Busca en internet o en revistas técnicas vehículos que equipen embragues hidráulicos y/o convertidores de par y realiza un croquis del conjunto.

En automóviles no se montan embragues hidráulicos, se montan convertidores de par. El embrague hidráulico se monta en vehículos industriales en los acoplamientos de los retardadores hidrodinámicos (retárder e intárder).

El convertidor de par se monta en todos los vehículos con cambio automático de trenes epicicloidales, por ejemplo en el Mercedes-Benz Clase C. BMW con cambio automático, Audi, etc. El convertidor de par dispone de un embrague anulador, que mejora el rendimiento del conjunto.



9. Calcula el resbalamiento, en tanto por ciento, de un convertidor de par cuya bomba gira a 5.750 rpm y su turbina, a 5.577,5 rpm.

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{nt}{nb}\right) = \%$$

$$s = 100\ \% \cdot \left(1 - \frac{5.577,5}{5.750}\right) = 100\ \% \cdot (1 - 0,97)$$

$$s = 100 \cdot 0,03 = 3\ \%$$

ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 64

1. ¿Cuál es el modelo de embrague más empleado en vehículos de pequeña cilindrada? Razona tu respuesta.

El embrague más utilizado en vehículos de pequeña cilindrada es el embrague monodisco por discos de fricción debido a su bajo coste, larga duración, escaso mantenimiento y fácil reparación.

La duración de este embrague es muy variable entendiéndose una duración media de entre 100.000 y 150.000, según utilización.

2. Enumera las piezas que forman un conjunto de embrague por fricción en seco y analiza la misión que cumple cada una.

El embrague por discos de fricción está formado por los siguientes elementos:

- **El disco de embrague.** Es un disco de metal situado entre el volante motor y el plato de presión. La misión del disco de embrague es transmitir el movimiento desde el volante motor (órgano conductor), que gira solidario al cigüeñal, hasta el eje primario de la caja de cambios (órgano conducido).
- **Plato de presión**. Es un plato metálico de acero en forma de corona circular unido a la carcasa mediante un dispositivo elástico que lo oprime contra el disco de embrague y que a su vez le permite el movimiento axial necesario para liberar el disco y desembragar.
- **Resortes elásticos (diafragma o muelles).** El resorte elástico, (diafragma o muelle), es el elemento que ejerce la fuerza de empuje al plato de presión, formando un conjunto con este y con la carcasa exterior.
- **Cubierta o carcasa de embrague**. Es la pieza que sujeta exteriormente el plato de presión, sirve de alojamiento a los resortes elásticos del mismo y protege a todos estos mecanismos.
- **El collarín de empuje.** Es la pieza que oprime el centro del diafragma, o las palancas basculantes que separan el plato (caso de resorte de muelles), consiguiendo despegar el plato de presión y desembragar el vehículo.

3. Calcula la fuerza transmitida y el par máximo que puede transmitir un embrague monodisco de fricción con los siguientes datos:

- **Diámetro exterior del disco: 175 mm.**
- **Diámetro interior del disco: 140 mm.**
- **Presión máxima admisible cada cm^2 del ferodo del disco: 2,5 kgf/cm^2.**
- **Coeficiente de rozamiento del acero con el ferodo del disco: 0,3.**

$$Rm = \frac{R_1 + R_2}{2} \quad Rm = \frac{17{,}5\ \text{cm} + 14\ \text{cm}}{2} = 15{,}75\ \text{cm}$$

$$s = \frac{\pi \cdot D^2_{ext}}{4} - \frac{\pi \cdot D^2_{int}}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (17{,}5\ \text{cm}^2}{4} \quad - \frac{3{,}14 \cdot (14\ \text{cm}^2)}{4}$$

$s = 86{,}6\ \text{cm}^2$

$$p = \frac{Fe}{s} \rightarrow Fe = 2{,}5\ \text{kgf/cm}^2 \cdot 86{,}6\ \text{cm}^2 = 216{,}5\text{kgf}$$

Por lo tanto, el par máximo que puede transmitir el embrague es:

Par máx. = Fe · Rm
Par máx. = 216,5 kgf · 0,1575 m = 34,09 kgf · m

4. ¿Por qué se montan en los embragues bañados en aceite más discos y separadores que en los embragues en seco?

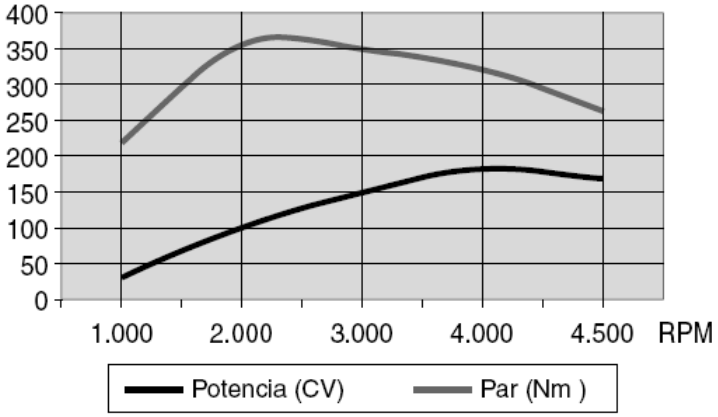
El número de discos y separadores intervendrá en la fuerza a transmitir por el embrague. Por lo tanto, cuanto mayor sea el par a transmitir, mayor numero de discos y separadores se deberán montar en el conjunto embrague.

5. Calcula la potencia en caballos (CV) y el par motor (C_m) en newton por metro (Nm) de un motor 2,5 litros V6 TDI cuyos datos son los siguientes. Dibuja la gráfica.

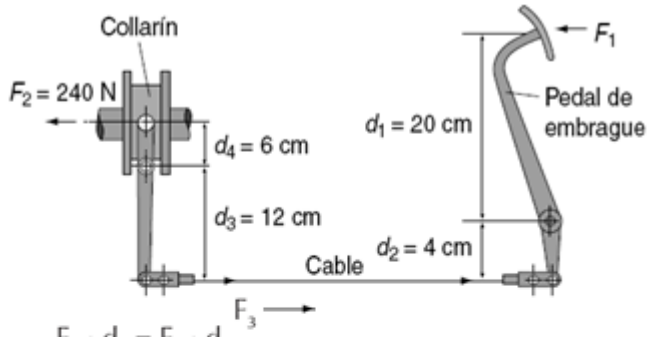
Revoluciones por minuto	Potencia
1.000	23 kW
2.000	75 kW
3.000	110 kW
4.000	135 kW
4.500	125 kW

$$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{Wf}{rpm} \cdot 9{,}8$$

Revoluciones por minuto	Potencia	Potencia en CV 1 kW = 1.35962 CV	Par motor Nm
1.000	23 kW	23 · 1,36 = 31,28 CV	$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{31{,}28}{1.000} \cdot 9{,}8 = 219{,}5$ Nm
2.000	75 kW	75 · 1,36 = 102 CV	$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{102}{2.000} \cdot 9{,}8 = 357{,}9$ Nm
3.000	110 kW	110·1,36 = 149,6 CV	$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{149{,}6}{3.000} \cdot 9{,}8 = 350$ Nm
4.000	135 kW	135 · 1,36 = 183,6 CV	$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{183{,}6}{4.000} \cdot 9{,}8 = 322$ Nm
4.500	125 kW	125 · 1,36 = 170 CV	$Cm = 716{,}2 \cdot \frac{170}{4.500} \cdot 9{,}8 = 265$ Nm



6. Calcula la fuerza que se debe aplicar en el pedal de embrague de accionamiento por palancas y cable (F_1) para transmitir una fuerza (F_2) en el collarín de empuje de 240 N.



$$F_2 \cdot d_4 = F_3 \cdot d_3$$

$$240\ N \cdot 6\ cm = F_3 \cdot 12\ cm$$

$$F_3 = \frac{240\ N \cdot 6\ cm}{12\ cm} = 120\ N$$

$$F_3 \cdot d_2 = F_1 \cdot d_1$$

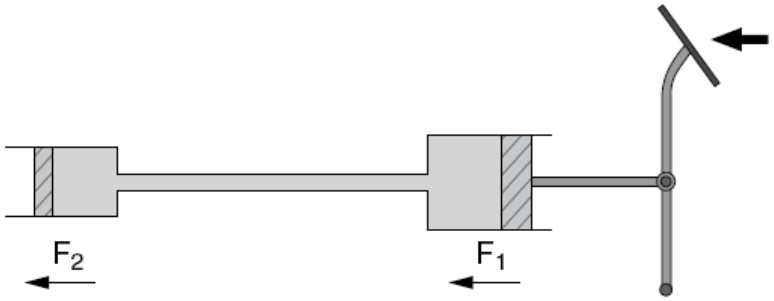
$$120\ N \cdot 4\ cm = F_1 \cdot 20\ cm$$

$$F_1 = \frac{120\ N \cdot 4\ cm}{20\ cm} = 24\ N$$

7. Explica el funcionamiento de un convertidor de par y las diferencias de diseño con respecto a un embrague hidráulico.

La principal diferencia del convertidor con respecto al embrague hidráulico es la incorporación del reactor y un diseño especial de los álabes. La colocación del reactor permite canalizar el aceite de retorno de la turbina y multiplicar el par con pocas revoluciones de motor, a medida que las revoluciones aumentan el reactor deja de actuar y el convertidor se comporta como un embrague hidráulico normal.

8. Calcula la fuerza de empuje del bombín del collarín que tiene un émbolo de 3,1 cm de diámetro. Sabemos que en el émbolo de accionamiento se aplica una fuerza de 5 daN y que tiene un diámetro de 2,5 cm.
Calcula la fuerza que realizaría un bombín con un émbolo de accionamiento de 2,3 cm de diámetro.



1º Calcular la superficie del émbolo de accionamiento.

$$s_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (2{,}5\ \text{cm})^2}{4} = 4{,}9\ \text{cm}^2$$

2º Calcular la presión que genera la fuerza aplicada.

$$\text{Presión} = \frac{F_2}{s_2} = \frac{50\ \text{N}}{4{,}9\ \text{cm}^2} = 10{,}2\ \text{N/cm}^2 = 1{,}02\ \text{bar}$$

Teniendo en cuenta que 10 N/cm^2 = 1 bar.

La presión que ejerce el émbolo de accionamiento son 1,02 bar. Para conocer la fuerza que puede realizar el bombín de empuje F_2 se deberá conocer su diámetro, y realizar el proceso contrario. El diámetro del bombín de empuje es $Ø_1$ = 3,1 cm.

1º Calcular la superficie del émbolo de empuje del collarín.

$$s_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (3{,}1\ \text{cm})^2}{4} = 7{,}54\ \text{cm}^2$$

2º Calcular la fuerza que genera la presión aplicada.

Para ello, se transforman la presión en bar a N/cm^2 multiplicando por 10.
1,02 bar · 10 = 10,2 N/cm^2, y por lo tanto:

$F_1 = p \cdot s_1 = 10{,}2\ N/cm^2 \cdot 7{,}54\ cm^2 = 76{,}9\ N = 7{,}69\ daN$

1º Calcular la superficie del émbolo de accionamiento de 2,3 cm de diámetro.

$$s_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (2{,}3\ \text{cm})^2}{4} = 4{,}15\ \text{cm}^2$$

2º Calcular la presión que genera la fuerza aplicada.

$$\text{Presión} = \frac{F_2}{s_2} = \frac{50\ \text{N}}{4{,}15\ \text{cm}^2} = 12{,}04\ \text{N/cm}^2$$

Presión = 1,20 bar

Teniendo en cuenta que 10 N/cm^2 = 1 bar.

La presión que ejerce el émbolo de accionamiento son 1,2 bar. Para conocer la fuerza que puede realizar el bombín de empuje F_2 se deberá conocer su diámetro, y realizar

el proceso contrario. El diámetro del bombín de empuje es el mismo del ejemplo anterior $Ø_1$ = 3,1 cm.

1º Calcular la superficie del émbolo de empuje del collarín.

$$s_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (3{,}1\ \text{cm})^2}{4} = 7{,}54\ \text{cm}^2$$

2º Calcular la fuerza que genera la presión aplicada.

Para ello, Se transforman la presión en bar a N/cm^2 multiplicando por 10.

1,2 bar · 10 = 12 N/cm^2, y por lo tanto:

$F_1 = p \cdot s_1 = 12\ N/cm^2 \cdot 7{,}54\ cm^2 = 90{,}48\ N = 9{,}048\ daN$

9. En el listado de vehículos siguiente, ¿todos están equipados con embragues de fricción? Señala el tipo de accionamiento que consideras más adecuado y razona la respuesta.

- **Motocicleta de pequeña cilindrada.**
- **Motocicleta de gran cilindrada.**
- **Coche de poca potencia.**
- **Coche de lujo y gran potencia.**
- **Camión de gran tonelaje.**
- **Tractor agrícola pequeño.**
- **Tractor agrícola de gran potencia.**

Motocicleta de pequeña cilindrada.	– Embrague de fricción bañado en aceite. (accionamiento por cable)
Motocicleta de gran cilindrada.	– Embrague de fricción bañado en aceite. (accionamiento por circuito hidráulico)
Coche de poca potencia.	– Embrague de fricción en seco. (accionamiento por cable)
Coche lujo y gran potencia.	– Convertidor de par con embrague anulador. (sin accionamiento)
Camión de gran tonelaje.	– Embragues de fricción en seco. (accionamiento por circuito hidráulico o neumático)
Tractor agrícola pequeño.	– Embrague por fricción en seco. (accionamiento por palancas y varillas)
Tractor agrícola de gran potencia.	– Embrague de fricción bañado en aceite. (accionamiento por circuito hidráulico)

UNIDAD 3. CAJAS DE CAMBIOS MANUALES

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 73

1. ¿Crees normal que de todos los sincronizadores, el primero que falle sea el de la 2ª velocidad?

Si, el sincronizador de la 2ª velocidad es el que más desgaste sufre en una conducción normal.

2. ¿Cuándo rascan todas las velocidades en una caja, puede ser un fallo de reglaje del embrague?

Si, un mal reglaje del embrague puede provocar que todas las velocidades rasquen al no soltar del todo el disco de embrague.

3. El coche que ha probado Javier: ¿por dónde ha circulado más, por ciudad o por carretera?

Todos los síntomas parecen indicar que ha circulado más por ciudad.

4. ¿El equipo de diagnosis puede localizar averías de la caja de cambios manual?

No, los cambios manuales no tienen centralita de gestión.

ACTIVIDADES - PÁG. 78

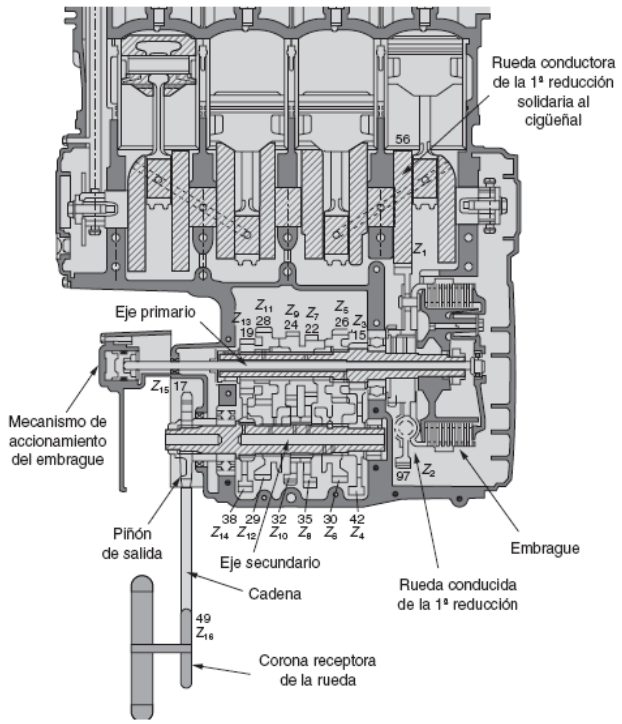
1.Señala las relaciones de transmisión que multiplican las revoluciones del motor y las que reducen en las cajas de cambio del Seat León (tabla 3.1).

En la comparativa entre los tres vehículos, las velocidades marcadas con asterisco reducen las revoluciones del motor proporcionando mayor par al vehículo, mientras que las que no tienen asterisco desarrollan mayor relación de desmultiplicación que el motor ofrece y menos par de salida.

	Modelo SEAT LEÓN		
	1.4 i 16v	1.8 i 20 VT4	1.9 TDI
Marcha	75 CV (55 kW)	180 CV (132 kW)	150 CV (110 kW)
1ª	3,44:1 *	3,41:1 *	3,76:1 *
2ª	1,94:1 *	2,10:1 *	2,08:1 *
3ª	1,28:1 *	1,48:1 *	1,32:1 *
4ª	0,96:1	1,15:1 *	0,977:1
5ª	0,80:1	1,16:1 *	0,975:1
6ª		0,96:1	0,81:1
Marcha atrás	3,16:1 *	4,10:1 *	4,63:1 *

Estudio comparativo entre tres cajas de cambios de un mismo vehículo

2.En el ejemplo anterior de la Kawasaki, localiza las parejas de piñones de la 2ª, 3ª, 4ª, 5ª y 6ª velocidad y calcula la relación de transmisión final en cada una de estas velocidades.



Primera velocidad:

$$Rrf_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{42}{15} \cdot \frac{49}{17} = \frac{199.626}{14.280} =$$

$$= 13,97 / 1$$

Segunda velocidad:

$$Rtf_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{38}{19} \cdot \frac{49}{17} = \frac{180.614}{18.088} =$$

$$= 9,98 / 1$$

Tercera velocidad:

$$Rtf_3 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{35}{22} \cdot \frac{49}{17} = \frac{166.355}{20.944} =$$

$$= 7,94 / 1$$

Cuarta velocidad:

$$Rtf_4 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{32}{24} \cdot \frac{49}{17} = \frac{152.096}{22.848} =$$

$$= 6,65 / 1$$

Quinta velocidad:

$$Rtf_5 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{30}{26} \cdot \frac{49}{17} = \frac{14.2592}{24.75} =$$

$$= 5{,}76 / 1$$

Sexta velocidad:

$$Rtf_6 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{12}}{Z_{11}} \cdot \frac{Z_{16}}{Z_{15}} = \frac{97}{56} \cdot \frac{29}{28} \cdot \frac{49}{17} = \frac{13.783}{26.656} =$$

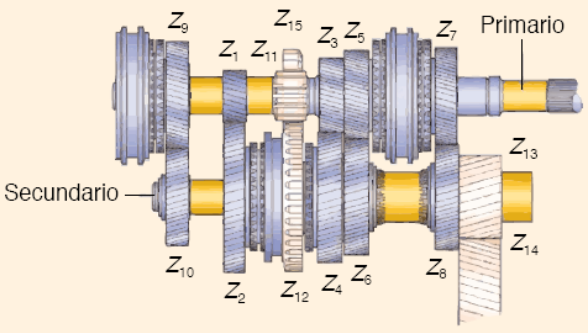
$$= 5{,}17 / 1$$

3.En una motocicleta de Gran Premio, ¿crees que puede tener la relación de transmisión final igual si corre en el circuito de Jerez o en el circuito del Jarama? Razona tu respuesta.

No, en competición las R_{tf} de las motocicletas y coches se calculan y diseñan en función del trazado del circuito, el circuito de Jerez tiene un trazado menos revirado con curvas menos pronunciadas y tramos rectos mayores que el del Jarama, la velocidad punta debe ser mayor. Sin olvidar que el circuito de Jerez está prácticamente a nivel del mar y el Jarama a ± 850 m.

ACTIVIDADES - PÁG. 93

4.Calcula las relaciones de transmisión, en las distintas velocidades, a la salida del diferencial de la siguiente caja de cambios de la figura 3.37:



Velocidad	Primario	Secundario
1ª	$Z_1 = 9$ d	$Z_2 = 34$ d
2ª	$Z_3 = 17$ d	$Z_4 = 36$ d
3ª	$Z_5 = 25$ d	$Z_6 = 34$ d
4ª	$Z_7 = 35$ d	$Z_8 = 34$ d
5ª	$Z_9 = 45$ d	$Z_{10} = 34$ d
M.A.	$Z_{11} = 9$ d	$Z_{12} = 36$ d
Grupo	$Z_{13} = 18$ d	$Z_{14} = 61$ d

$$Rt = \frac{\text{Nº de dientes } (Z_1) \text{ de la rueda conducida}}{\text{Nº de dientes } (Z_2) \text{ de la rueda conductora}} \cdot \frac{\text{Nº de dientes } (Z_1) \text{ de la rueda conducida}}{\text{Nº de dientes } (Z_2) \text{ de la rueda conductora}}$$

Primera velocidad:

$$Rt_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{34}{9} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.074}{162} = 12{,}80 / 1$$

Segunda velocidad:

$$Rt_2 = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{36}{17} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.196}{306} = 7{,}17 / 1$$

Tercera velocidad:

$$Rt_3 = \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{34}{25} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.074}{450} = 4{,}60 / 1$$

Cuarta velocidad:

$$Rt_4 = \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{34}{35} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.074}{630} = 3{,}29 / 1$$

Quinta velocidad:

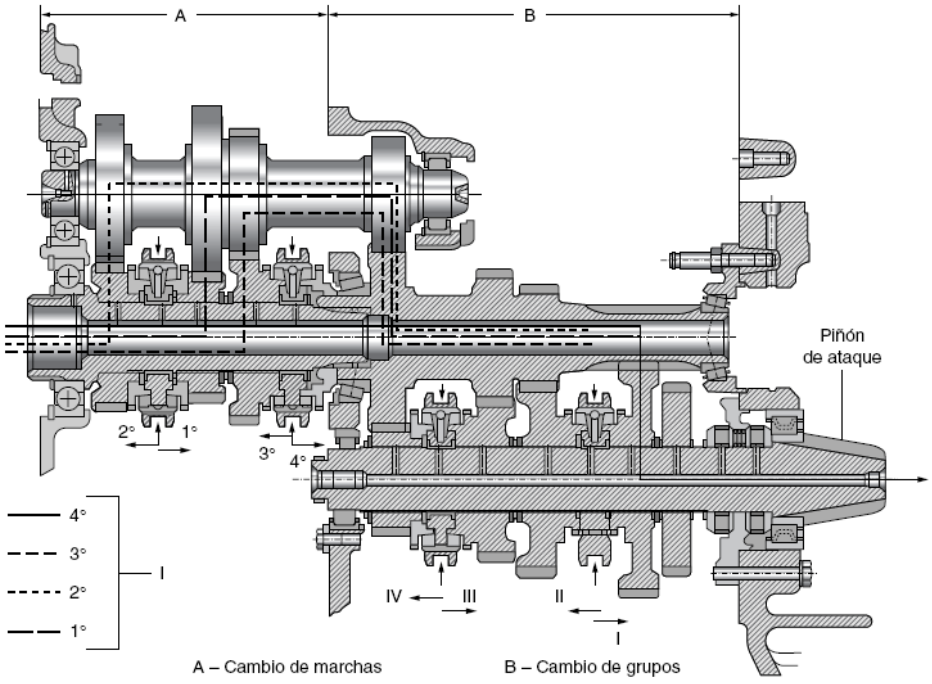
$$Rt_5 = \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{34}{45} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.074}{810} = 2{,}56 / 1$$

Marcha atrás:

$$\text{Rtma} = \frac{Z_{12}}{Z_{11}} \cdot \frac{Z_{14}}{Z_{13}} = \frac{36}{9} \cdot \frac{61}{18} = \frac{2.196}{162} = 13{,}55 / 1$$

ACTIVIDADES - PÁG. 95

5. Realiza un croquis del cambio con dos grupos de la figura 3.40 y señala con colores las distintas velocidades que se pueden seleccionar. Señala también el desplazamiento de los collarines de los sincronizadores de cada grupo.



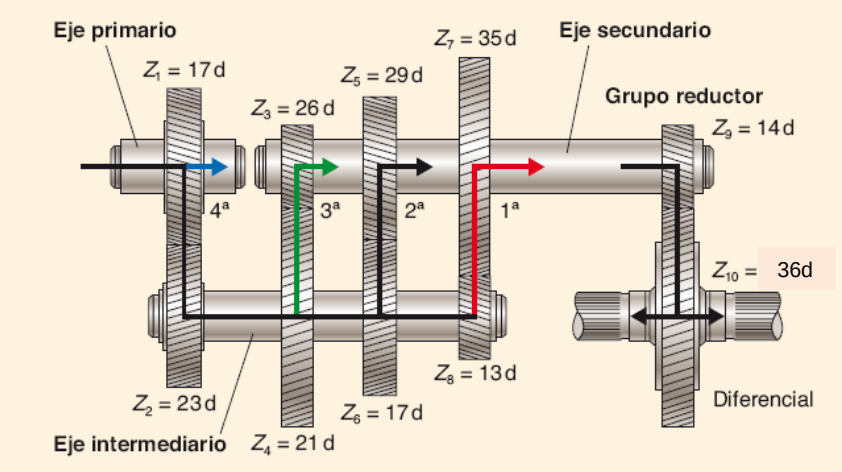
El cambio dispone de dos grupos y cada grupo tiene cuatro velocidades, con este cambio se pueden obtener 4 · 4, por tanto dieciséis velocidades.

El grupo A permite tres relaciones de transmisión y la cuarta que es directa.

El segundo grupo, el B, tiene otras cuatro velocidades, desplazando los carretes de los sincronizadores según se indica en el croquis.

ACTIVIDADES - PÁG. 99

6. Calcula la relación de transmisión a la salida del diferencial en las velocidades 1ª, 2ª, 3ª y 4º.Calcula las revoluciones por minuto de las distintas velocidades conociendo que el cigüeñal gira a 1.000 rpm.



Primera velocidad:

$$Rt_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{23}{17} \cdot \frac{35}{13} \cdot \frac{36}{14} = \frac{28.980}{3.094} =$$

$$= 9{,}36 / 1$$

$$N_{1ª} = \frac{N}{R_{t1}} = \frac{1.000}{9{,}36} = 106{,}83 \text{ rpm}$$

Segunda velocidad:

$$Rt_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{23}{17} \cdot \frac{29}{17} \cdot \frac{36}{14} = \frac{24.012}{4.046} =$$

$$= 5{,}93 / 1$$

$$N_{2ª} = \frac{N}{R_{t2}} = \frac{1.000}{5{,}93} = 168{,}63 \text{ rpm}$$

Tercera velocidad:

$$Rt_3 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{23}{17} \cdot \frac{29}{17} \cdot \frac{36}{14} = \frac{21.528}{4.998} =$$

$$= 4{,}3 / 1$$

$$N_{3ª} = \frac{N}{R_{t3}} = \frac{1.000}{4{,}3} = 232{,}55 \text{ rpm}$$

Cuarta velocidad:

$$\text{Directa} = \frac{1}{1}$$

$$Rt_4 = \frac{1}{1} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} = \frac{1}{1} \cdot \frac{36}{14} = 2{,}57 / 1$$

$$N_{4ª} = \frac{N}{R_{t4}} = \frac{1.000}{2{,}57} = 389{,}10 \text{ rpm}$$

7. Calcula el módulo del juego de ruedas dentadas que forman la marcha atrás, en un cambio del que dispongas en el taller, midiendo el diámetro exterior y el número de dientes *Z*.

El módulo se calcula conociendo el diámetro exterior de la rueda dentada recta y el número de dientes, aplicando la formula siguiente:

$$M = \frac{d_e}{Z + 2}$$

ACTIVIDADES - PÁG. 101

8. Investiga de qué material están fabricados los piñones de las cajas de cambios y las aleaciones de los sincronizadores.

Los árboles y ruedas dentadas se fabrican con aceros aleados y cementados:

- Acero de cementación tipo. 15 Cr 3;
- Acero con 15 % de Carbono y 0,65 de Cr.
- Acero de cementación tipo 15 Cr Ni 6;
- Acero con 15 % de Carbono, 1,5 Cr 1,5 Ni.

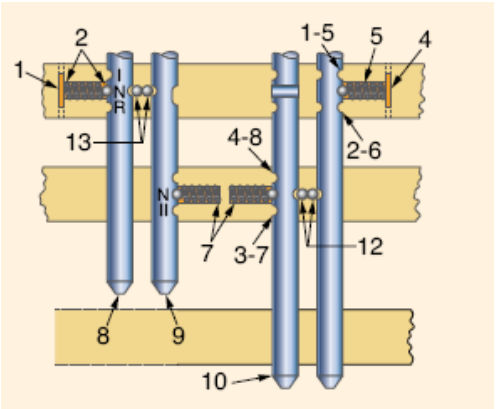
Según DIN 17200

Los sincronizadores se fabrican con aleaciones de metales pesados:

- Aleación de cobre-cinc (latón).
- CuZu 31 Si.
- Aleaciones de cobre.

ACTIVIDADES - PÁG. 105

9. Indica, en tu cuaderno, en el siguiente sistema de varillaje del cambio (figura 3.67), el número de los muelles fiadores y de las bolas de interbloqueo. Explica en qué consiste la función de los muelles fiadores y las bolas o calas de interbloqueo en las cajas de cambios manuales.



Los muelles de los fiadores y las bolas están marcados con el nº 2, 5 y 7. Su misión es la de fijar la varilla e impedir que las velocidades se salgan con las vibraciones.

Las bolas del interbloqueo con el nº 12 y 13. Las bolas del interbloqueo impiden que cuando una velocidad está enclavada, se pueda seleccionar otra velocidad.

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 110

1. ¿Qué misión realiza el conjunto sincronizador en caja? Explica sus principios de funcionamiento.

El sincronizador es el mecanismo que se encarga de igualar las velocidades de las ruedas dentadas del cambio, evitando que rasquen las velocidades al cambiar de marcha.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

- El cubo dentado se encuentra anclado al eje por un estriado. Este dispone de unas bolas fiadoras y muelles que fijan el collarín. Los conos de las ruedas dentadas helicoidales giran locos en el eje. Una vez engranada la velocidad, el movimiento se transmite por el collarín hacia el eje por el cubo dentado.
- Los anillos sincronizadores se encuentran entre el cono del piñón y el collarín desplazable.
- Cuando se intenta seleccionar una velocidad el mecanismo del sincronizador empuja al anillo sincronizador que roza con el cono de la rueda dentada y la frena, igualando las velocidades de los dos ejes, lo que permite el engranaje suave del collarín con el estriado de la rueda engranando de este modo una velocidad en la caja de cambios.

2. ¿Qué dispositivos impiden la selección de dos velocidades en el cambio? ¿En qué consisten?

Lo impiden los dispositivos de interbloqueo. Los dispositivos de interbloqueo pueden ser bolas, cilindros metálicos colocados entre las varillas o anillos de acero colocados entre las tres varillas como empleaba Renault, en general puede ser cualquier sistema que impida que dos velocidades se puedan seleccionar al mismo tiempo, lo que produciría la rotura de la caja si esto ocurriese en marcha.

3. ¿Cómo funciona el conmutador de luces para la marcha atrás?

Funciona como un interruptor cerrando el circuito de marcha atrás al engranar dicha velocidad. Este interruptor puede ir situado en lugares como en el sistema de palancas o enroscado en la carcasa del cambio.

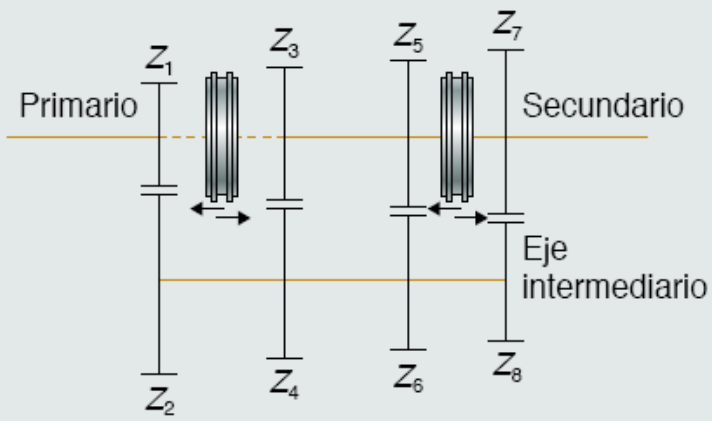
4. ¿Qué es una relación de transmisión de una velocidad? Explica cómo se calcula.

La relación de transmisión es la multiplicación o desmultiplicación que se obtiene en una pareja de ruedas dentadas o poleas que forman una transmisión de giro. La R_t Se obtiene dividiendo el nº de dientes de la rueda dentada conducida entre la rueda conductora.

$$Rt = \frac{\text{Nº de dientes } (Z_1) \text{ de la rueda conducida}}{\text{Nº de dientes } (Z_2) \text{ de la rueda conductora}}$$

5. Calcula las relaciones de transmisión en las distintas velocidades (1ª, 2ª, 3ª y 4ª) del cambio de la figura 3.81.

El cambio dispone de dos conjuntos sincronizadores colocados entre los piñones Z1 y Z3; Z5 y Z7.



$Z_1 = 17$ dientes
$Z_2 = 29$ dientes
$Z_3 = 21$ dientes
$Z_4 = 26$ dientes
$Z_5 = 27$ dientes
$Z_6 = 20$ dientes
$Z_7 = 34$ dientes
$Z_8 = 15$ dientes

↑ **Figura 3.81.**

Primera velocidad:

$$Rt_1 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} = \frac{29}{17} \cdot \frac{34}{15} = \frac{986}{255} = 3{,}86/1$$

Segunda velocidad:

$$Rt_2 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} = \frac{29}{17} \cdot \frac{27}{20} = \frac{783}{340} = 2{,}30/1$$

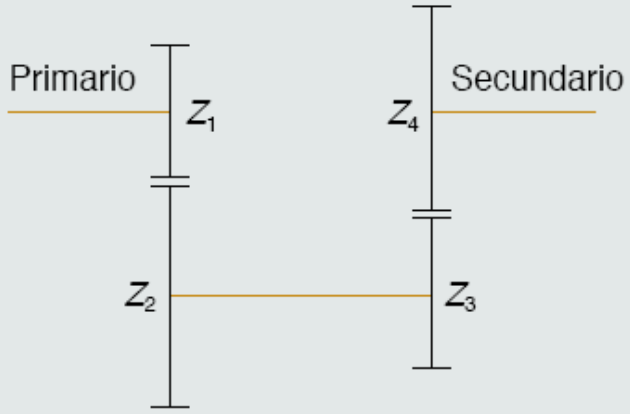
Tercera velocidad:

$$Rt_3 = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{29}{17} \cdot \frac{21}{26} = \frac{609}{442} = 1{,}37/1$$

Cuarta velocidad:

$$Rt_4 = \frac{1}{1} = 1/1$$

6. Un motor gira a 3.000 revoluciones por minuto proporcionando un par motor de 120 Nm. Calcula el momento de giro que tendrá el eje secundario de un cambio cuyo tren de transmisión es el siguiente:



$Z_1 = 19$ dientes
$Z_2 = 34$ dientes
$Z_3 = 14$ dientes
$Z_4 = 39$ dientes

$$Rt = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{34}{19} \cdot \frac{39}{14} = \frac{1.326}{266} = 4{,}98/1$$

$$N_2 = \frac{N_1}{R_t} = \frac{3.000}{4{,}98} = 602{,}40 \text{ rpm}$$

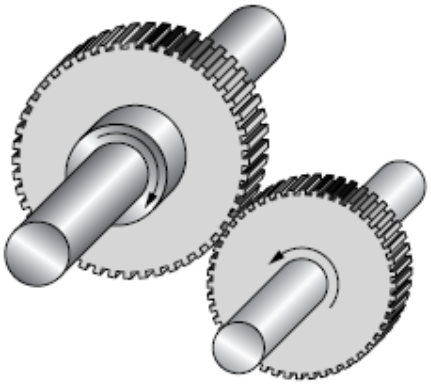
$$Cm \cdot N_1 = Cc \cdot N_2$$

$$120 \text{ Nm} \cdot 3.000 \text{ rpm} = Cc \cdot 602{,}40 \text{ rpm}$$

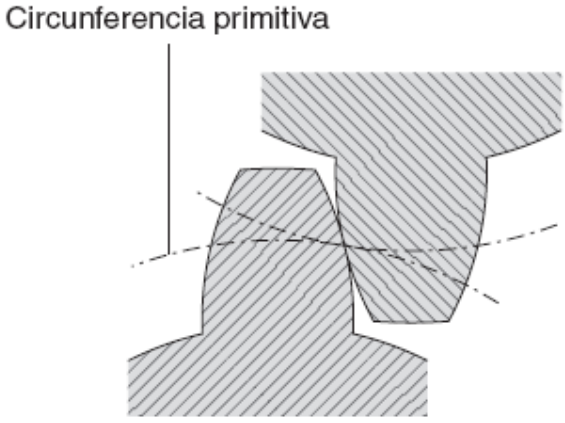
$$Cc = \frac{120 \text{ Nm} \cdot 3.000 \text{ rpm}}{602{,}40 \text{ rpm}} = 597{,}60 \text{ Nm}$$

7. ¿Qué es el diámetro primitivo y el módulo de una rueda dentada de dientes rectos? ¿Qué relación tienen?

El diámetro primitivo o circunferencia primitiva, es una circunferencia imaginaria en la que se efectúa la tangencia entre los dientes. El módulo, es la relación entre el diámetro primitivo en milímetros y el número de dientes.



$$m = \frac{d_p}{Z}$$



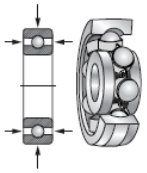
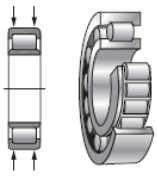
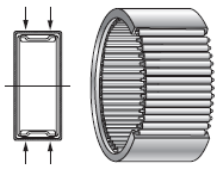
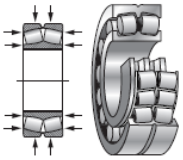
8. ¿Pueden engranar entre sí dos ruedas dentadas rectas con distinto módulo? Razona tu respuesta.

Para que dos ruedas engranen entre sí, deben tener el mismo módulo. Los módulos de los piñones están normalizados. El módulo se puede calcular conociendo el diámetro exterior de la rueda dentada.

$$M = \frac{d_e}{Z + 2}$$

9. Enumera los rodamientos que se emplean en las cajas de cambios y explica las características de cada tipo.

Los tipos de rodamientos más empleados en las cajas de cambios son de bolas, de rodillos cilíndricos, cónicos y de agujas, etc., Sus características quedan definidas en la siguiente tabla:

	Ventajas	Inconvenientes	Esfuerzo
Rodamientos de bolas de una o dos hileras	Altas velocidades de giro. Soportan cargas medias radiales	Soportan cargas axiales muy pequeñas	
Rodamientos de rodillos cilíndricos	Soportan grandes cargas radiales	No permiten cargas axiales	
Rodamientos de agujas	Se pueden montar con poca diferencia de diámetros entre ejes Los propios ejes pueden haces de pista	Soportan grandes cargas radiales. No permiten cargas axiales	
Rodamientos de rodillos cónicos	Soportan grandes cargas axiales y radiales	Necesitan un reglaje de precarga en el montaje	

10. Tienes que comprar un coche de segunda mano, explica cómo comprobarías que la caja de cambios está en perfecto estado.

- Lo primero que hay que hacer es comprobar que todas las velocidades entran con suavidad y no rascan, incluso reduciendo.
- A continuación, comprobar que las velocidades no se salgan solas, acelerando en la marcha seleccionada se disminuye la velocidad sin frenar, observar que ninguna velocidad se sale.
- Comprobar los ruidos anormales de la caja (rodamientos, piñones etc.).
- Y por último, observar perdidas de aceite, golpes, fisuras, etc.

11. Si la caja del ejemplo anterior tiene algún defecto o fallo, explica cuál es y su posible reparación.

Síntoma observado	Posible causa	Reparación
Rasca la segunda marcha	Sincronizador desgastado	Sustituir el sincronizador
La tercera se sale	Muelle fiador o varilla desgastado Horquilla o carrete desplazable desgastados	Sustituir muelle y bola Sustituir la varilla desgastada Sustituir la horquilla o el carrete
Ruidos de rodamientos	Rodamientos desgastados Falta de nivel de aceite	Sustituir rodamientos Completar nivel
Fugas de aceite por los retenes	Retenes en mal estado	Sustituir retenes

UNIDAD 4. CAJAS AUTOMÁTICAS Y VARIADORES

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 117

1. ¿Qué ventajas puede tener comprar un coche con la caja de cambios automática?

La caja de cambios automática es un conjunto mecánico más sofisticado que la caja manual, el cambio automático realiza el cambio de velocidad en los momentos idóneos.

2. ¿Se puede montar un convertidor de par en la caja de cambios tipo S-tronic?

No. El cambio S-tronic es un cambio que necesita una interrupción del giro, para poder cambiar de velocidad.

3. ¿Qué coche crees que es más fácil conducir, uno con cambio manual o con cambio automático?

El cambio automático.

4. ¿Qué tipo de caja de cambios es más costosa de reparar, las manuales o las automáticas?

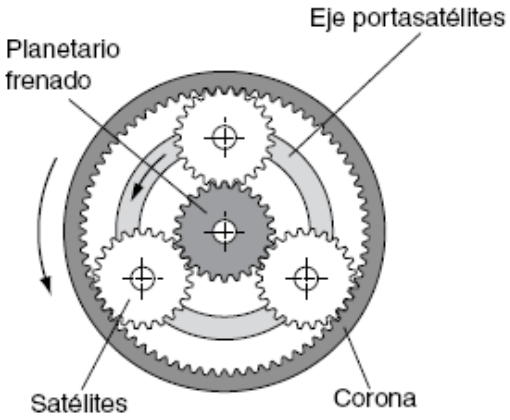
Las automáticas.

ACTIVIDADES - PÁG. 127

1. ¿Qué otras parejas de elementos del tren se pueden unir entre sí y qué elemento actuará como impulsor?

Realiza un croquis de cada situación.

Entrada de fuerza	Elemento bloqueado con la entrada de fuerza	Salida del giro 1/1
Corona de dentado interior	Planetario	Eje portasatelites

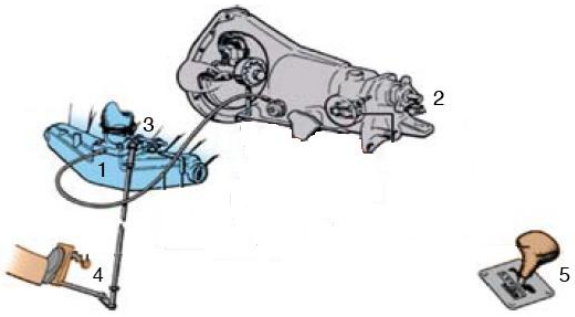


ACTIVIDADES - PÁG. 138

2. Busca en el manual de un vehículo que equipe cambio automático sin gestión electrónica, y realiza el esquema de la posición de los sensores.

El vehículo con cambio automático sin gestión electrónica localizado es un Peugeot 505

Cajas Ref. 087, 095 y 107	Tipo: 3 HP 22 símbolo 412
Marchas	Rt.
1°	0,40
2°	0,67
3°	1
M.A.	0,47



El cambio recibe las informaciones de los sensores siguientes:

- Depresión del colector de admisión (1).
- Revoluciones de salida (2).
- Posición del pedal del acelerador (3).
- Pedal de acelerador a plena carga (Kick Down) (4).
- Posición de la palanca de selección (5).

3. Enumera el tipo de frenos y embragues de que dispone.

El cambio dispone de dos embragues de discos bañados en aceite y tres frenos de discos bañados en aceite similares a los embragues.

4. Busca modelos de vehículos equipados con cambio automático con Tiptronic.

La mayoría de cambios automáticos disponen de posición de Tiptronic, por ejemplo A4-A6-A8.BMW serie 3, 5, 6 y 7 etc.

ACTIVIDADES - PÁG. 143

5. Tomando el cambio ZF 5HP 30:
• Analiza la tabla de funcionamiento del cambio y cómo afecta el fallo de un elemento al resto de velocidades.
• ¿Qué embragues y frenos actúan en cada velocidad?
• Si el freno (E1) falla, ¿en cuántas velocidades se notará el fallo?

	Válvulas electromagnéticas de mando			Válvulas electromagnéticas de regulación					Embragues			Frenos				Ruedas libres	
	1	2	3	1	2	3	4	5	A	B	C	D	E1	E2	F	Fl1	Fl2
R		•		•	•	•		•			•				•		
N	•			•	•	•		•									
D. 1ª marcha	•			•	•	•		•	•						•		•
D. 2ª marcha	•	•		•		•		•	•				•	•		•	
D. 3ª marcha		•		•	•	•		•	•			•					
D. 4ª marcha		•		•	•		•	•	•	•							
D. 5ª marcha			•	•	•		•	•		•		•					
2. 1ª marcha	•			•	•	•		•	•						•		
Programa de emergencia									•	•							

- La tabla de funcionamiento también se conoce como la “quiniela”, permite de manera rápida localizar los componentes que intervienen en cada velocidad.

Velocidad	Embrague	Freno
R	C	F
N		
D 1	A	F
D 2	A	E1, E2
D 3	A	D
D 4	A, B	
D 5	B	D
Emergencia	A, B	

Por ejemplo. Un fallo en el embrague C solamente afecta a la marcha atrás.

- Si el freno (E1) falla, ¿en cuántas velocidades se notará el fallo?
  2ª Marcha.

ACTIVIDADES - PÁG. 146

6. Busca vehículos que equipen un cambio automático por variador. Realiza un esquema de los circuitos y analiza las particularidades de su diseño y funcionamiento.

Por ejemplo el Audi A4 con cambio Multitronic. En este sistema, la transmisión del par motor y la velocidad de giro se consiguen de un modo continuo.

El sistema permite acelerar el vehículo de forma deportiva aprovechando la gran desmultiplicación inicial de aproximadamente 6:1. A medida que se aumentan las

revoluciones del motor, disminuye la desmultiplicación del variador que puede llegar hasta valores de 0,5:1.

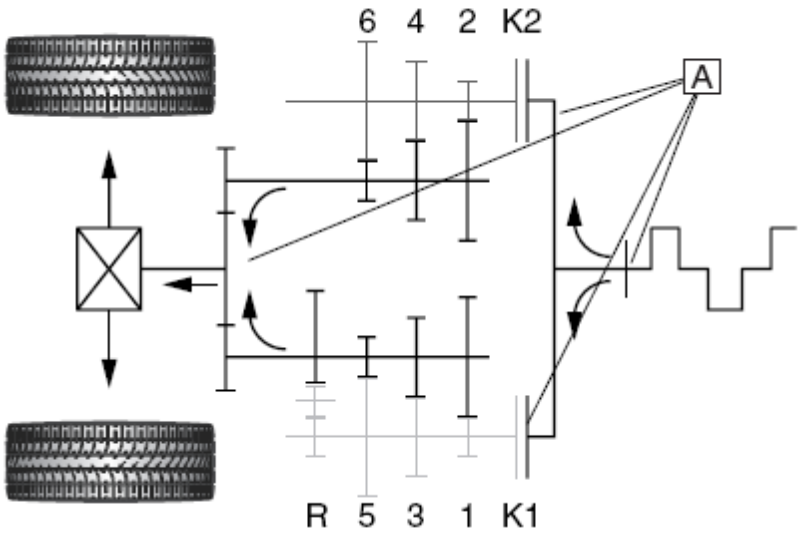
ACTIVIDADES - PÁG. 151

7. Busca un manual de reparaciones de un vehículo que equipe un cambio DSG o similar y realiza un esquema o croquis con los sensores de que dispone.

El cambio DSG se monta en los automóviles Volkswagen.

Para la regulación del embrague se recurre a los siguientes parámetros:

- régimen de entrada al cambio;
- régimen de salida de los embragues;
- par del motor;
- freno accionado;
- temperatura del aceite de transmisión.



A sensores para los regímenes de entrada y salida.

Los regímenes de revoluciones de los embragues se miden continuamente:

- Un sensor mide el régimen de entrada al cambio.
- Dos sensores más (uno después de cada embrague) miden los regímenes de salida de los embragues.
- El régimen de salida del embrague con arrastre de fuerza es aproximadamente 10 rpm inferior al régimen de entrada (micropatinaje continuo).
- La diferencia de regímenes en el embrague con arrastre de fuerza se utiliza para calcular la presión teórica de los discos del embrague.
- La unidad de control del cambio calcula constantemente la corriente de control que necesita la válvula reguladora de presión.

5 sensores de régimen (funcionan según el principio de Hall).

8. Realiza un cuadro de averías de un cambio DSG, recuerda que es una caja de cambios evolucionada de una manual.

El cambio DSG es un cambio manual evolucionado, en el cual la selección de velocidades de forma hidráulica con gestión electrónica.

Las averías en los captadores, actuadores y módulo de gestión, se quedan memorizadas en el módulo y se pueden leer con un equipo de diagnosis.

Las averías mecánicas, piñones y sincronizadores son similares a las averías de un cambio manual.

Avería	Causa	Reparación
Rasca la segunda velocidad.	Desgaste excesivo del sincronizador.	Sustituir el sincronizador.
Se enciende la luz de avería del cuadro y el cambio funciona en emergencia.	-Sensores del cambio. -Módulo de gestión MECATRONIC	Sustituir el componente dañado.

ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 156

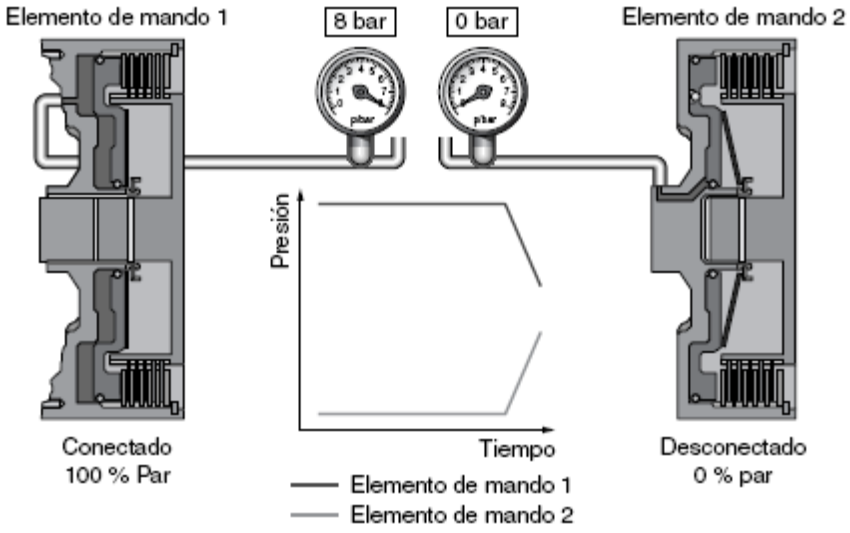
1. En los cambios automáticos se combinan tres circuitos: electrónicos, hidráulicos y mecánicos. Explica qué misión realiza cada circuito y la interrelación entre ellos.

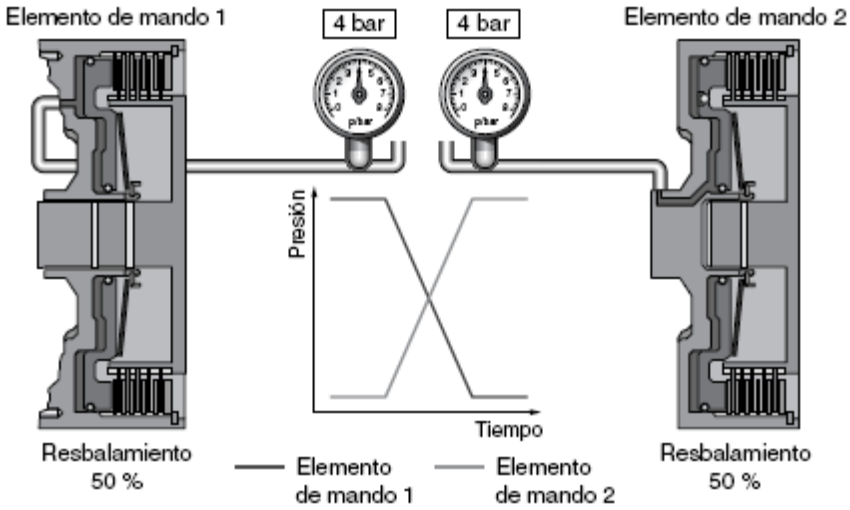
- **El circuito electrónico** dispone de los captadores (temperatura del cambio, rpm de entrada y salida del cambio, posición del acelerador, Kick-down etc.) y un módulo electrónico. El módulo recibe las señales eléctricas de los captadores, las procesa y manda las señales eléctricas que activan las electroválvulas de los circuitos hidráulicos, que accionan los frenos y los embragues.
- **El circuito hidráulico** dispone de todos los elementos de un circuito (bomba de presión, electroválvulas, válvulas limitadoras de presión, cilindros actuadores, etc.) y realiza la función de lubricar todas las partes móviles de la caja y mandar el caudal de aceite al convertidor de par, la de actuar sobre los émbolos de los embragues y frenos de los trenes.
- **El conjunto mecánico** es el encargado de transmitir y transformar el par del motor. Emplea trenes epicicloidales, rodamientos, frenos y embragues de discos bañados en aceite.

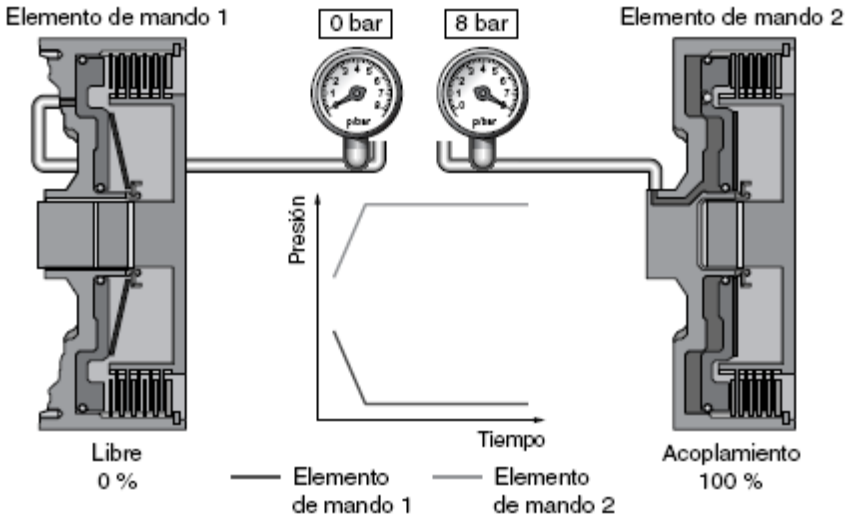
2. Explica qué es el cruce de velocidades de un cambio automático. Dibuja los elementos de mando que intervienen y por qué se realiza el citado cruce.

Se denomina cruce de velocidades al momento en el que se cambia de marcha acoplando un elemento y desacoplando otro. Este cambio no es brusco, sino que un elemento empieza a resbalar cuando en el otro inicia el acoplamiento. El par transmitido por el elemento que comienza a patinar disminuye y en el elemento que se acopla aumenta.

La nueva velocidad queda totalmente conectada cuando el par del elemento último conectado supera al del elemento que se desacopla.


Elemento de mando 1
8 bar
0 bar
Elemento de mando 2
Presión
Tiempo
Conectado
100 % Par
Desconectado
0 % par
Elemento de mando 1
Elemento de mando 2


Elemento de mando 1
4 bar
4 bar
Elemento de mando 2
Presión
Tiempo
Resbalamiento
50 %
Elemento
de mando 1
Elemento
de mando 2
Resbalamiento
50 %


Elemento de mando 1
0 bar
8 bar
Elemento de mando 2
Presión
Tiempo
Libre
0 %
Elemento
de mando 1
Elemento
de mando 2
Acoplamiento
100 %

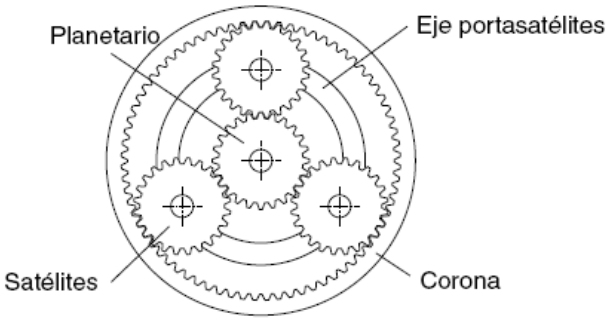
3. ¿En qué consiste la caja de válvulas? ¿Qué elementos la componen?

La caja de válvulas gestiona el control hidráulico de la caja de cambios. Consiste en un cuerpo de aluminio fundido con canalizaciones hidráulicas que unen las diferentes electroválvulas. El conjunto permite el anclaje de las electroválvulas y de la válvula de accionamiento manual.

Consta principalmente de:

- Válvula reguladora de presión.
- Válvulas de cambio con solenoide y muelle.
- Válvula de accionamiento manual, sincronizada con la palanca selectora.
- Válvula del convertidor (circulación de aceite).
- Válvula o solenoide del embrague del convertidor (anulación).

4. Representa un tren epicicloidal simple y señala cada uno de los elementos de que consta.



5. Explica la misión de los frenos y los embragues en las cajas de cambios y cita los tipos de frenos que se emplean.

La misión de los frenos y los embragues en las cajas de cambios es frenar o liberar un elemento del tren epicicloidal (corona, eje portasatélites o eje planetario). Los frenos más empleados son de cinta y de discos:

- **Frenos de cinta.** Abrazan diámetros de gran tamaño. El sistema consiste en un tambor de freno que es rodeado por una cinta de acero con un forro de fricción adherido en el interior. Sin accionamiento el tambor gira libremente, cuando el émbolo hidráulico recibe presión, tensa la cinta y frena el tambor.
- **Freno de discos**. El freno de discos está compuesto por dos tipos diferentes de discos. Unos exteriores que apoyan en la carcasa del cambio y otros interiores unidos al componente del cambio a frenar. Ambos discos están entrelazados y giran libremente. Cuando el sistema es accionado, el aceite empuja el émbolo de accionamiento y comprimiendo los discos éstos se frenan, con lo cual, el componente del cambio queda retenido. Al cesar la presión de aceite, el resorte del platillo empuja al émbolo liberando los discos de la presión, permitiendo así, girar libremente el componente del cambio y los discos entre sí.

6. Explica los dispositivos de seguridad empleados en los cambios automáticos.

Dispositivos de seguridad del cambio automático

El módulo electrónico del cambio transmite las señales necesarias al resto de módulos para controlar los dispositivos de seguridad del cambio automático: bloqueo del arranque, extracción de llave y bloqueo de la palanca selectora.

La función del bloqueo de arranque solamente permite alimentar eléctricamente el motor de arranque al estar la palanca selectora en posiciones P o N.

Bloqueo antiextracción de la llave de contacto
La función del bloqueo de la llave es la de impedir que se pueda extraer la llave de contacto cuando la palanca selectora se encuentre en una posición de marcha. El dispositivo de bloqueo antiextracción de la llave de contacto puede funcionar de dos modos: mecánicamente con un cable y dispositivo de bloqueo y de forma electromecánica con un electroimán N376 y el mecanismo de bloqueo, colocado en la llave de contacto.

La unidad de control para electrónica de la columna de dirección detecta la posición de la palanca selectora.

Si la palanca selectora se encuentra en posición «P», el módulo lo detecta y no se aplica corriente al electroimán para bloqueo antiextracción de la llave de contacto N376.

La llave de contacto puede ser extraída solamente en posición «P», bloqueo de parking.

Bloqueo de la palanca selectora
El bloqueo de la palanca selectora sirve para impedir que se seleccione por equivocación una gama de marchas al estar el motor en funcionamiento o parado.

El electroimán para bloqueo de la palanca selectora N110 se encarga de bloquear la palanca en las posiciones «P» y «N». La palanca selectora no se libera hasta que no se pise el pedal de freno.

7. Explica el funcionamiento del cambio con variador tipo CVT.

Funcionamiento del variador

Los variadores utilizados en automóviles emplean como elemento transmisor un robusto par de poleas con diámetro de trabajo variable.

Como elemento transmisor utilizan una correa o cadena flexible que transmite el giro entre las poleas, conductora y conducida. Las poleas están diseñadas para modificar la anchura de sus gargantas cónicas mediante el desplazamiento de una cara sobre la otra. Las partes móviles de las poleas son accionadas por el circuito hidráulico del variador. Una vez sincronizadas ambas poleas, el diámetro que pierde la polea conductora lo gana la polea conducida manteniendo así constante la longitud de la cadena.

De este modo, se puede modificar el diámetro de trabajo de las poleas de forma continua y originando diferentes relaciones de transmisión. No existe escalonamiento entre una relación de transmisión y la inmediatamente superior o inferior.

Mecánicamente, el variador necesita de mecanismos para complementar las funciones que tiene que realizar en el vehículo:

- El acoplamiento con el motor se realiza con convertidores de par o embragues de discos bañados en aceite.
- La marcha atrás se consigue a través de un tren epicicloidal y un freno de discos.

- La gestión del variador es electrónica, por medio de una centralita y de sensores (el variador utiliza los mismos sensores que puede emplear un cambio automático, posición de la palanca selectora, posición del acelerador, régimen del motor, *kick-down,* etc.).
- Mecanismo de enclavamiento en posición de Parking «P».
- La unidad de control hidráulica recibe las señales de la centralita, genera la presión y comanda las válvulas que desplazan las poleas de cuello variable.

8. Explica el funcionamiento de un cambio automatizado.

Los cambios automatizados o robotizados funcionan de forma similar al cambio automático, el vehículo no dispone de pedal de embrague y el cambio de velocidades se realiza de forma automática según la posición de la palanca selectora y la cartografía de la electrónica del cambio. La constitución básica del conjunto del cambio automatizado es similar al cambio manual, emplean embragues de fricción con accionamiento hidráulico o eléctrico controlado desde el módulo de gestión. La caja de cambios dispone de los ejes primario y secundario con ruedas dentadas, carretes desplazables, sincronizadores y horquillas como los cambios manuales normales. El cambio automatizado dispone adicionalmente de un conjunto electrohidráulico o mecanismo selector para realizar el desplazamiento de las horquillas y engranar las velocidades de forma automática.

El cambio automatizado dispone de los siguientes componentes:
- Bombín de accionamiento del embrague y captador de posición del embrague.
- Unidad hidráulica con la bomba de presión, motor eléctrico, acumulador de presión, electroválvulas, sensores de presión, etc.
- Mecanismo selector de velocidades, con sus émbolos de accionamiento y los captadores o potenciómetros.
- Módulo de gestión, conectado con la red CAN BUS.
- Palanca selectora y sus captadores de posición.

Para cambiar de velocidad el módulo de gestión acciona el bombín del embrague y corta la transmisión del par, no cambia con carga como los cambios automáticos con convertidor de par.

9. Explica cómo funciona un cambio automatizado con dos embragues tipo DSG.

Funcionamiento del cambio automatizado DSG

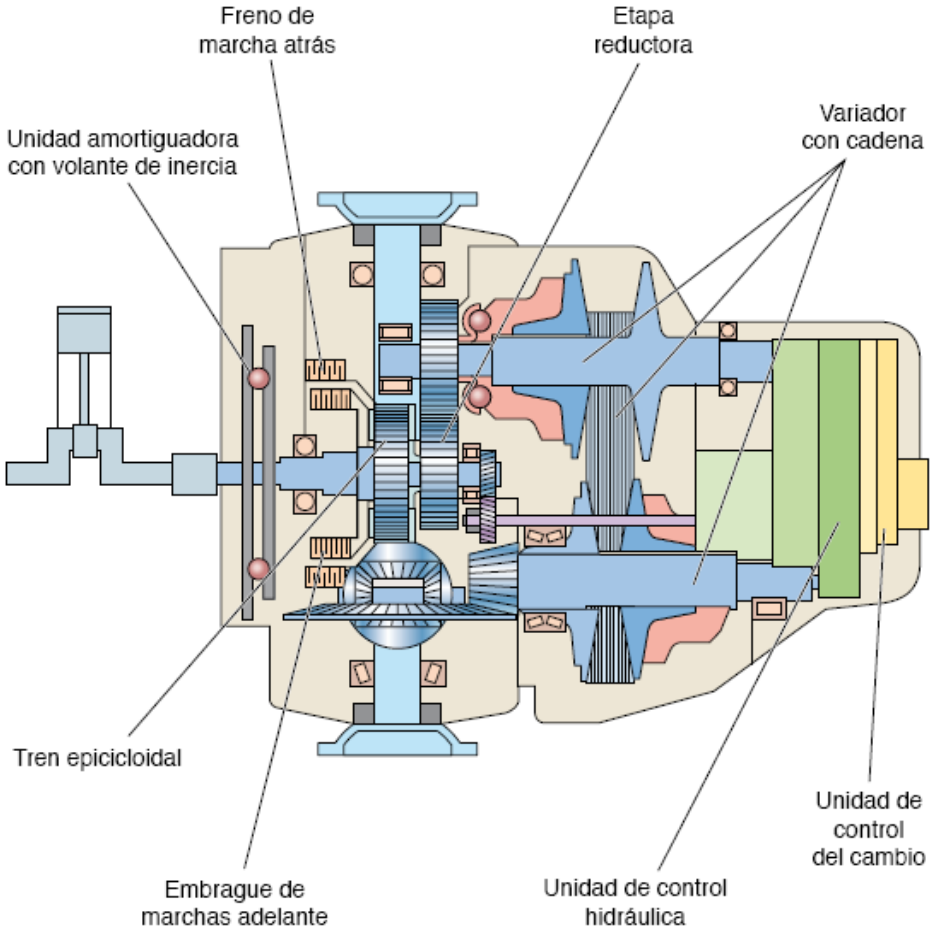
La caja, al tener dos ejes secundarios engranados a los piñones de los ejes primarios y dos embragues, resulta un conjunto similar al de dos cajas de cambios en un solo bloque; es esta particularidad en la que se basan los principios de funcionamiento del cambio automático DSG.

La caja siempre tiene enclavadas dos velocidades, una de cada tren, 1ª y 2ª o 2ª y 3ª, y un solo embrague conectado. El funcionamiento del conjunto es automático, al seleccionar una posición en la palanca selectora “D” se utilizará para cambios suaves y bajo consumo; “S” para cambios deportivos o Tiptronic; el módulo de control Mecatronic analiza los parámetros de funcionamiento y decide el momento oportuno para realizar los cambios de velocidad.

Los cambios se realizan actuando sobre los émbolos que desplazan las horquillas de selección de velocidades y acoplando un embrague y desacoplando el otro; por ejemplo, el cambio de primera a segunda velocidad se realizaría del siguiente modo:

- Embrague 1º (k1), acoplado y transmitiendo a su primario, velocidades primera, tercera y quinta y MA. El carrete del sincronizador del eje secundario se encuentra anclando al piñón de la primera. En el segundo secundario se encuentra anclada la segunda velocidad y el embrague (k2) desactivado. El par se transmite por el embrague (k1) y el secundario de la primera velocidad.
- Cambio a segunda velocidad. El módulo Mechatronik activa la válvula de paso de aceite que comanda el embrague (k2) y desactiva la válvula del embrague (k1). El par se trasmite por el segundo secundario, y el módulo comanda nuevamente los émbolos de desplazamiento de la tercera velocidad que se quedará anclada para el posterior cambio si el motor sube de revoluciones por minuto.

10. Nombra en tu cuaderno los componentes del cambio con variador de la figura siguiente.



UNIDAD 5. GRUPOS REDUCTORES Y DIFERENCIALES

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 163

1. ¿Cómo debería ser la caja de cambios de un vehículo que no dispone de grupo reductor?

Debería tener unas velocidades con unas relaciones de transmisión más cortas. El grupo reduce todas las velocidades 4:1 aproximadamente, si no tuviese grupo, esta desmultiplicación la tendría que realizar la velocidad, por ejemplo la primera tendría una relación de transmisión aproximada de 12:1.

2. ¿La corona y diferencial de la figura forma parte de una caja de cambios con tracción delantera o propulsión trasera?

Tracción delantera.

3. ¿Qué inconvenientes tiene un diferencial de giro libre al circular por terrenos deslizantes?

Cuando una rueda pierde la adherencia todo el par se escapa por esa rueda y el vehículo se queda sin tracción.

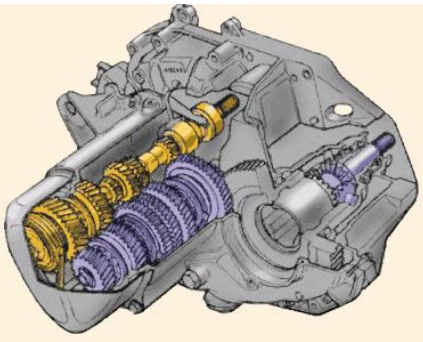
4. ¿Qué misión realiza el bloqueo del diferencial?

Anular el efecto diferencial, girando las dos ruedas del eje motriz al mismo número de revoluciones.

ACTIVIDADES - PÁG. 165

1.Calcula en el conjunto mecánico de la figura, caja JB1-023 de Renault, la relación de desmultiplicación en cada una de las velocidades a la salida del grupo.

Velocidad	Nº de dientes conducido y conductor
1ª	41/11
2ª	43/21
3ª	37/28
4ª	29/30
5ª	31/39
MA	39/11
Grupo	58/15



Primera velocidad:

$$Rt1_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{41}{11} \cdot \frac{58}{15} = \frac{2.378}{165} = 14{,}41/1$$

Segunda velocidad:

$$Rt2_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{43}{21} \cdot \frac{58}{15} = \frac{2.494}{315} = 7{,}91/1$$

Tercera velocidad:

$$Rt3_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{37}{28} \cdot \frac{58}{15} = \frac{2.146}{420} = 5{,}10/1$$

Cuarta velocidad:

$$Rt4_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{29}{30} \cdot \frac{58}{15} = \frac{1.682}{450} = 3{,}73/1$$

Quinta velocidad:

$$Rt5_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{31}{39} \cdot \frac{58}{15} = \frac{1.798}{585} = 3{,}07/1$$

Marcha atrás:

$$RtMA_{total} = Rt_{cambio} \cdot Rt_{grupo} = \frac{39}{11} \cdot \frac{58}{15} = \frac{2.262}{165} = 13{,}70/1$$

ACTIVIDADES - PÁG. 171

2.Compara, ayudándote de manuales de taller, el diferencial en distintos vehículos, haciendo una relación entre ellos de las características más importantes.

Los principios de funcionamiento de los diferenciales de la mayoría de vehículos es el mismo, las diferencias son de diseño. Por ejemplo: la corona del grupo reductor en los vehículos de tracción delantera es un piñón helicoidal de gran tamaño, en los puentes traseros con grupo cónico, la corona y el piñón de ataque son de tipo hipoide.

Los diferenciales de los todoterrenos, tractores agrícolas y camiones, suelen disponer de un bloqueo mecánico que anula el efecto diferencial.

ACTIVIDADES - PÁG. 175

3.Haz una relación de las diferencias más importantes entre el diferencial por discos de fricción y el diferencial por conos de fricción.

Los dos tipos de diferenciales emplean unos principios de funcionamiento similares, los diferenciales en trayectos rectos y sin resbalamiento funcionan prácticamente igual, cuando necesita realizar el efecto diferencial, tomar curvas, también funcionan de manera similar. Las diferencias radican en el momento que el diferencial necesita bloquearse para evitar que toda la fuerza se escape por la rueda sin adherencia.

En el diferencial con bloqueo por discos, la carcasa del diferencial arrastra el planetario por el efecto frenante que ejercen los discos (embrague) cada planetario dispone de un conjunto de discos.

En el bloqueo por conos de fricción, el efecto frenante lo realiza el cono de fricción en su acoplamiento (embrague).

4.Busca en internet o en manuales de taller información sobre el principio de funcionamiento de diferenciales del tipo *vari-lok* y compárala con otros diferenciales autoblocantes.

Los diferenciales autobloqueantes Vari-lok y Traclok son diferenciales autobloqueantes que emplea el Chrysler Grand Cherokee. El bloque del diferencial se realiza con embragues de discos.

Los ejes equipados con diferencial Vari-Lok son opcionales. El diferencial Vari-Lok dispone de una caja de diferencial de una sola pieza, que contiene el conjunto de bomba de gerotor y el mecanismo del embrague. Cuando las ruedas opuestas se encuentran sobre superficies con características de fricción muy diferentes, el diferencial Vari-lok transmite mucha más torsión a la rueda sobre la superficie de tracción más elevada que los sistemas convencionales de diferenciales Trac-lok. Debido a que los diferenciales convencionales Traclok poseen un ajuste previo inicial para asegurar la transferencia de torsión, la conducción normal (donde las velocidades de las ruedas interna y externa difieren durante los giros, etc.) produce una transferencia de tracción incluso durante las variaciones leves de velocidad de lado a lado.

Como estos dispositivos se basan en la fricción de este ajuste previo para la torsión de transferencia, el uso normal provoca un desgaste que reduce la capacidad del diferencial para transferir torsión con el transcurso del tiempo. Por su diseño, el sistema Vari-lok es menos susceptible al desgaste, manteniendo mayor consistencia a lo largo del tiempo respecto de su capacidad para transferir torsión. El conjunto de acoplamiento se repara como unidad. Desde el punto de vista del servicio, el acoplamiento se beneficia también de compartir la misma alimentación de lubricante de la corona y los piñones satélites.

ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 186

1. En un grupo reductor con 19 dientes en el piñón helicoidal del eje secundario de la caja de cambios y 67 dientes en la rueda helicoidal que se acopla al diferencial:

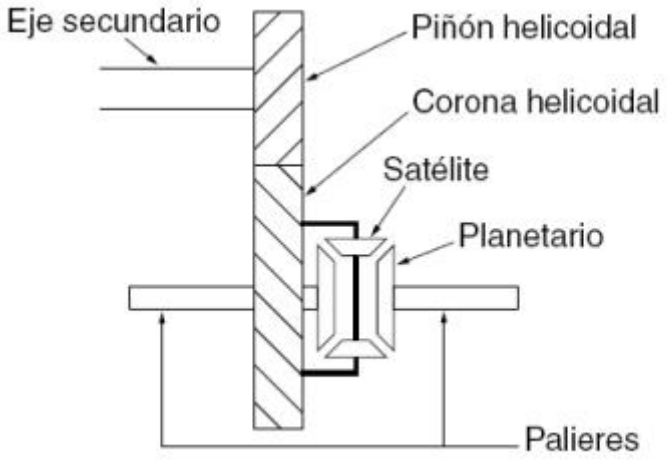
- **Calcula la relación de transmisión (*Rt*) del grupo.**
- **Realiza un croquis del grupo indicando cada pieza.**
- **Indica en qué tipo de transmisión se monta.**
- **Calcula el número de dientes que deberá tener el piñón para conseguir una relación de transmisión de 3,35/1.**

- Calcular la relación de transmisión (Rt) del grupo.

$$Rt_{gr} = \frac{\text{Nº de dientes del piñón conducido (corona)}}{\text{Nº de dientes del piñón conductor (piñón)}}$$

$$Rt_{gr} = \frac{67}{19} = 3{,}52/1$$

- Realizar un croquis del grupo indicando cada pieza.



- Indicar en qué tipo de transmisión se monta. Este tipo de grupo reductor se monta en los automóviles de tracción y motor delanteros y motores en sentido transversal.
- Calcular el número de dientes que deberá tener el piñón para conseguir una relación de transmisión de 3.35/ 1.

$$\text{Z piñón} = \frac{\text{Nº de corona}}{R_{gr}} = \frac{67}{3{,}35} = 20 \text{ dientes}$$

2. Explica el funcionamiento del diferencial Torsen.

El funcionamiento del diferencial Torsen está basado en el comportamiento de dos engranajes helicoidales que se cruzan a 90º. Cuando el vehículo toma una curva, el palier se frena, el engranaje satélite gira sobre su planetario sinfín. El giro del satélite se transmite a su pareja por medio del engranaje de dentado recto. El satélite que engrana con el otro planetario sinfín, le transmite el giro y le obliga a girar más rápido. Las revoluciones que pierde un palier, las gana el otro, como un diferencial de dentado recto normal.

El diferencial Torsen impide que cuando una rueda pierde la adherencia, el giro del conjunto se pueda «escapar» por ese eje. Los piñones satélites están unidos entre sí formando una pareja y transmiten el giro a los dos ejes por igual. La rueda que ofrece adherencia empujará al vehículo la otra rueda girará a las mismas vueltas, aunque no tenga adherencia.

3. ¿Qué tipo de bloqueo del diferencial es más apropiado para los siguientes vehículos?

- **Automóvil.**
- **Tractor agrícola.**
- **Camión pesado.**
- **Motocicleta.**

Razona tu respuesta.

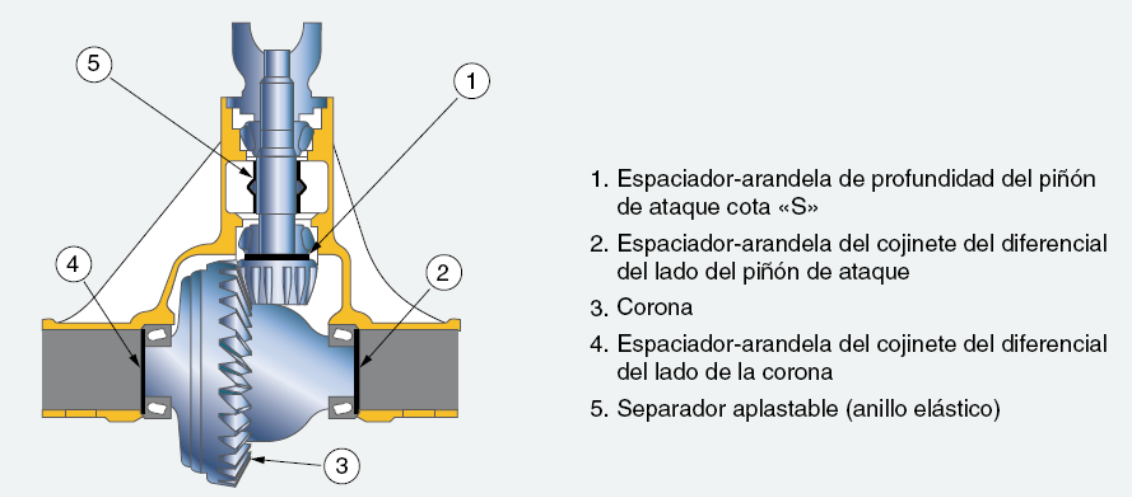
- Automóvil. Autobloqueo por discos.
- Tractor agrícola. Autobloqueo por discos.
- Camión pesado. Bloqueo manual.
- Motocicleta. No necesita.

Los sistemas de autobloqueo son muy efectivos y funcionan bien en automóviles y todoterrenos.

En los tractores agrícolas se ha empleado el bloqueo manual, pero es más eficaz el autobloqueo por discos.

En camiones y furgonetas se emplea el bloqueo manual, mecánicamente es el más sencillo y económico.

4. Nombra en tu cuaderno los componentes del siguiente grupo cónico:



5. Explica la misión del grupo reductor en el mecanismo de transmisión de un vehículo.

La misión del grupo reductor (piñón/corona) es optimizar al máximo la potencia que el motor produce.

Por lo tanto, las revoluciones de salida de la caja de cambios se transforman en el grupo reductor hasta conseguir una relación de transmisión adecuada a las condiciones de marcha.

6. Explica cómo realizarías la verificación y reglaje de un grupo cónico trasero.

El grupo diferencial se puede verificar con una prueba en carretera del vehículo; si los rodamientos están bien no se oirán ruidos anormales, el estado de los piñones también se advierte con zumbidos igual que la holgura del piñón de ataque y la corona.

En general, si el grupo no suena anormalmente es porque está bien, en caso contrario se puede desmontar del vehículo y verificar individualmente los rodamientos y retenes, piñones y holgura del piñón y la corona.

UNIDAD 6. LA TRANSMISIÓN 4x4, ÁRBOLES Y SEMIÁRBOLES

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 195

1. ¿Qué ventajas tiene un vehículo 4x4?

El reparto del par se realiza en las cuatro ruedas, mejorando el comportamiento del vehículo en terrenos deslizantes.

2. ¿Crees que un vehículo 4x4 consume más combustible que un 4x2? Razona tu respuesta.

Si. Un vehículo 4x4 dispone de más componentes de la transmisión en movimiento, más rozamiento interno y un rendimiento mecánico menor. El vehículo consume más combustible.

3. De los cuatro sistemas de tracción 4x4 que a Pedro le han explicado ¿cuál te parece más completo?

Los cuatro sistemas de transmisión 4x4 son completos, con las ventajas e inconvenientes de cada situación.

4. ¿Qué sistema de tracción 4x4 no dispone de gestión electrónica?

El sistema 4Matic de Mercedes.

ACTIVIDADES - PÁG. 197

1. Realiza una tabla con los vehículos que conozcas y el sistema de tracción de que dispongan de serie.

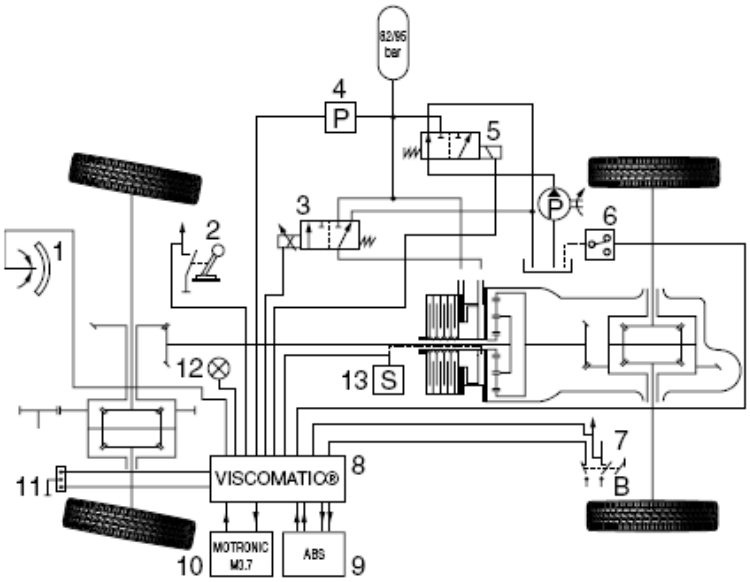
Modelo	Sistema de transmisión
SEAT Alhambra	4x2 tracción delantera, opción 4x4 con Haldex
Renault clio	4x2 tracción delantera
BMW 320d	4x2 propulsión trasera
Audi S3	4x4 tracción total permanente
Mercedes clase A	4x2 tracción delantera
Lancia Delta Integrale	4x4 tracción total permanente
Suzuki vitara	Acoplable, 4x4 tracción total ó 4x2 propulsión trasera
Renault kangoo	4x2 tracción delantera, opción versión 4x4
VW Nuevo Beatle	4x2 tracción delantera, opción 4x4 con Haldex
VW escarabajo	4x2 propulsión trasera
SEAT 600	4x2 propulsión trasera

ACTIVIDADES - PÁG. 208

2. El esquema de la figura 6.22 corresponde al acoplamiento del tren trasero Viscomatic, que emplea unos principios de funcionamiento similares al Haldex.
a. Nombra los componentes numerados del circuito.

b. Explica el funcionamiento básico y las diferencias que encuentres con el acoplamiento Haldex.

a.



1. Sensor del ángulo de giro.
2. Sensor de marcha atrás.
3. Electroválvula de mando de regulación.
4. Sensor de presión.
5. Electroválvula de recarga del acumulador.
6. Sensor de nivel de aceite.
7. Interruptor de frenos.
8. Centralita del Viscomatic.
9. Señal del circuito del ABS.
10. Señal del motronic.
11. Contacto.
12. Testigo del Viscomatic.

b. El acoplamiento Viscomatic dispone de una centralita electrónica que procesa las señales que recibe de todos los captadores que dispone y de los del ABS. El módulo procesa todas las señales y reparte el par motor entre los dos ejes, de una manera preestablecida, en función de las condiciones de marcha.

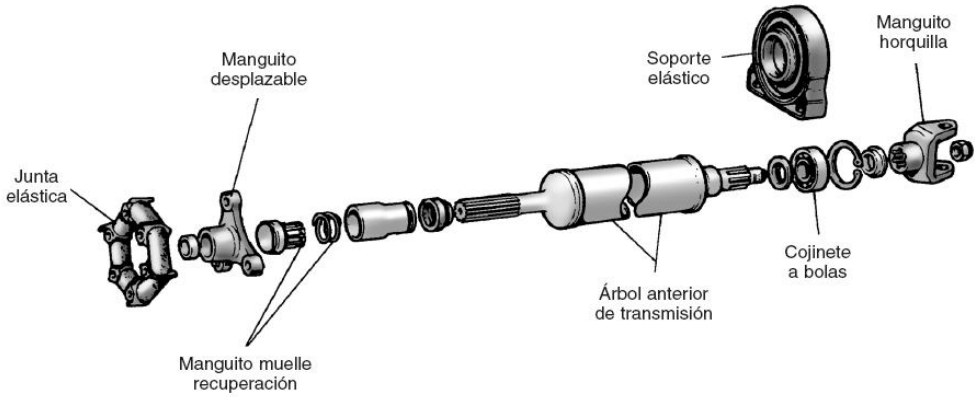
Las diferencias con el acoplamiento Haldex son:

- El Viscomatic no dispone de bomba de presión específica, emplea la de la dirección asistida.
- El Viscomatic reparte el par en el eje trasero de forma proporcional a las condiciones de marcha del vehículo, arrancadas, baja adherencia, etc.

ACTIVIDADES - PÁG. 214

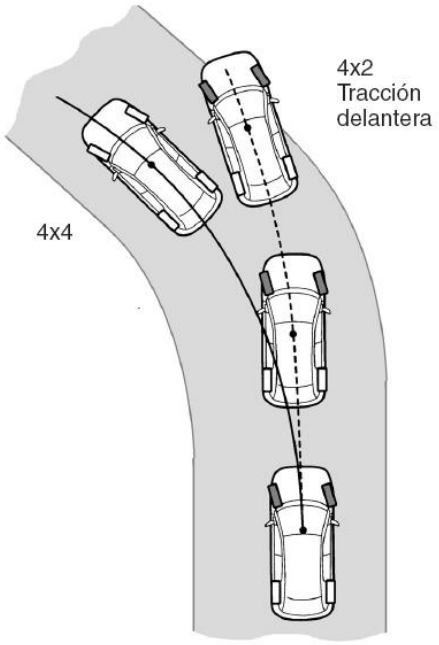
3. Busca, en manuales de reparación, diseños de transmisiones que empleen árboles de transmisión y anota cómo se comprueban los ángulos que forman los árboles de transmisión.
Después, realiza un croquis del diseño y enumera los componentes que dispone la transmisión: juntas elásticas, cardán, apoyos centrales, etc.

El BMW serie 3, emplea árbol de transmisión. El fabricante controla la alineación de la transmisión con un útil específico, que permite medir el descentrado de la caja de cambios, 10 mm, hacia la derecha vista en el sentido de la marcha. Cuando se ha fijado el punto exacto de la colocación de la caja, se monta el árbol y se comprueban los ángulos con el útil BMW 26.1.030.

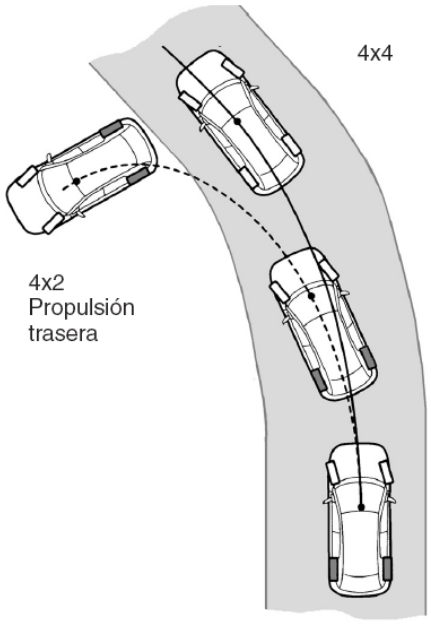


ACTIVIDADES FINALES- PÁG. 220

1. Explica gráficamente el comportamiento en curva de un vehículo con propulsión trasera, tracción delantera y tracción total.



Tracción delantera en comparación con vehículo con tracción 4x4



Propulsión trasera en comparación con vehículo con tracción 4x4

2. Enumera los elementos constituyentes de un vehículo equipado con transmisión 4x4 de acoplamiento manual al eje delantero.

El vehículo dispone de los componentes del sistema de transmisión delantera:

- Embrague.
- Cambio con dos salidas o tomas de fuerza.
- Grupo reductor y diferencial delantero.
- Semiárboles de transmisión.

Y de los elementos de acoplamiento y transmisión de par al eje trasero:

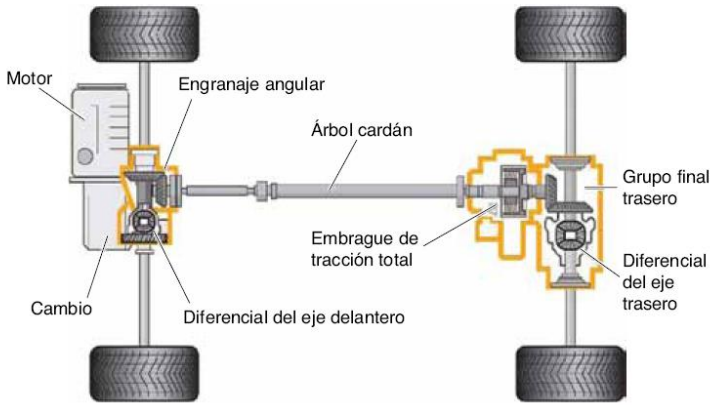
- Caja de transferencia y diferencial repartidor.
- Dispositivo de acoplamiento manual.
- Árbol de transmisión.
- Grupo cónico y diferencial.
- Semiárboles de transmisión.

3. Explica los principios de funcionamiento básico de un acoplamiento Haldex y realiza un croquis del conjunto.

El acoplamiento Haldex permite regular el porcentaje de tracción a las ruedas traseras del 0 a 50% de forma proporcional a las necesidades de tracción. La unidad electrónica gestiona el factor de patinaje propio de un sistema 4x4 añadiendo las condiciones dinámicas de circulación tales como: paso por curva, velocidad de marcha y las fases de deceleración o aceleración.

El acoplamiento Haldex de primera generación, funciona y se acopla cuando existe una diferencia de giro entre los ejes delantero y trasero, distribuyendo el par de giro proporcionalmente según las necesidades de tracción del eje trasero, aumentando o disminuyendo el porcentaje de par transmitido. En el Haldex de cuarta generación, la activación del embrague de tracción total ya no necesita que existan diferencias de regímenes entre los ejes delantero y trasero para generar la presión y acoplarse, la presión de activación del embrague se genera con una bomba eléctrica independiente.

En los vehículos con acoplamiento Haldex la fuerza desde el motor es transmitida por el piñón cilíndrico sobre la jaula del diferencial hacia el árbol hueco de la caja de transferencia con corona y piñón, para terminar en el árbol cardán que se encuentra unido al embrague Haldex colocado en el eje trasero. Cuando el vehículo circula sin acoplarse funciona con un reparto de 100% al eje delantero y 0% al eje trasero, con el Haldex acoplado el reparto es del 50% para cada eje. **El Haldex controla el 50% de tracción disponible en el eje trasero.**



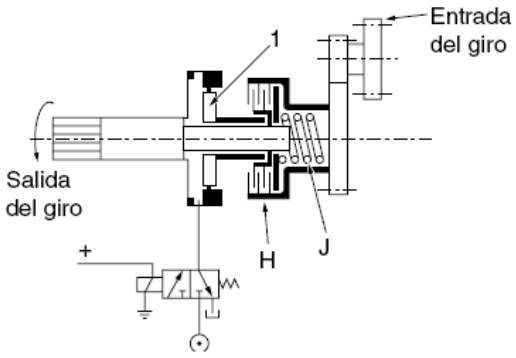
4. Explica el funcionamiento del un diferencial repartidor 4Matic.

El diferencial repartidor 4Matic de Mercedes emplea el tren epicicloidal con un diseño y tamaño entre la corona, planetario y satélites que consigue un reparto asimétrico de par entre los dos ejes, 45% en el delantero y 55% en el trasero.

El bloqueo del repartidor 4MATIC se consigue con un paquete de discos pretensado con un muelle. El embrague de discos une a la salida de fuerza del eje delantero (planetario) con la salida de fuerza al eje trasero (eje portasatélites).

En caso de patinar las ruedas de uno de los ejes, se transmite un par de fricción desde el eje que gira más rápido al eje que gira más lento, consiguiéndose un desfase variable de par entre los dos ejes de 50 Nm entre los dos ejes.

5. Realiza un croquis del conjunto mecánico y del hidráulico de un conjunto repartidor y explica los principios básicos de funcionamiento.



Los principios de funcionamiento se basan en el acoplamiento por medio de paquete de discos bañados en aceite. El conjunto permanece acoplado por la fuerza del muelle (J), para desacoplar la transmisión se activa la electroválvula, el aceite entra en la cámara y desplaza el émbolo (1) que vence la fuerza del muelle (J) y libera el paquete de discos (H).

6. ¿Cuál es la misión de los árboles de transmisión? ¿Qué diseños son los más empleados?

La misión de los árboles de transmisión es transmitir el par desde la caja de cambios hasta el puente trasero o delantero a través de la caja de transferencia o del diferencial repartidor. Se utilizan en vehículos que deben de transmitir el par de giro desde la parte delantera o trasera del vehículo a la contraria.

Los más empleados son los árboles de transmisión huecos y con dos juntas cardán, el acoplamiento se realiza con ejes nervados que permiten el desplazamiento axial.

7. Enumera las ventajas e inconvenientes que ofrecen las juntas cardán empleadas en los vehículos.

La ventaja principal de las juntas cardán es que pueden transmitir el par que el motor genere permitiendo desplazamientos angulares de hasta 25º.

Mientras que el inconveniente es la variación de velocidad angular, de manera que, a medida que el ángulo «α» aumenta, la variación de velocidad también aumenta.

8. ¿Cuál es la misión de los semiárboles de transmisión? ¿Qué diseños se emplean en automóviles, en todoterrenos y camiones?

La misión de los semiárboles es transmitir el par de fuerza desde la salida del cambio o diferencial a las ruedas.

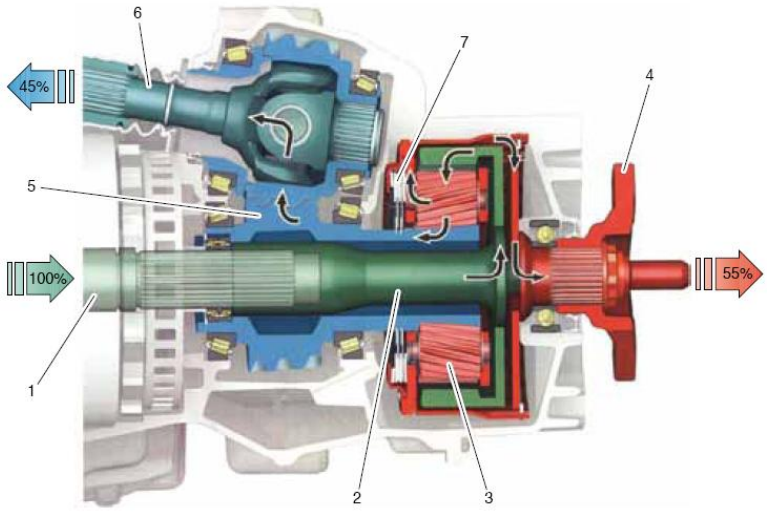
- En automóviles el más empleado es la transmisión por juntas homocinéticas.
- En vehículos todoterreno los semiárboles más empleados son los palieres.
- En vehículos industriales y camiones, el modelo más empleado es el palier en montaje semiflotante, tres cuartos flotante ó flotante.

9. Diseña un vehículo teniendo en cuenta distintos sistemas de transmisión y diferenciales con el fin de obtener un buen comportamiento del vehículo y que tenga el menor número de averías posible.

El sistema más sencillo es el de la tracción delantera y motor transversal, con un grupo reductor de piñones helicoidales, diferencial de dentado recto sin bloqueo y semiárboles de transmisión.

El sistema más robusto es la propulsión trasera con motor longitudinal, embrague, cambio, árbol de transmisión, grupo cónico, diferencial y palieres.

10. Nombra en tu cuaderno los componentes numerados del diferencial repartidor de la siguiente figura.



1. Entrada desde el cambio.
2. Árbol de accionamiento del tren epicicloidal.
3. Tren epicicloidal doble.
4. Salida de fuerza al eje trasero.
5. Rueda de accionamiento de salida.
6. Salida de fuerza al eje delantero.
7. Paquete de discos de bloqueo.

UNIDAD 7. LOS FRENOS EN LOS VEHÍCULOS

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 227

1. ¿Qué entiendes por sistema de frenado?

Se entiende por equipo o sistema de frenado al conjunto de piezas que tienen por función disminuir progresivamente la velocidad de un vehículo en marcha, hacer que se detenga o se mantenga inmóvil si se encuentra ya detenido.

2. ¿Qué elementos conoces del sistema de freno de un automóvil?

El sistema de freno de un automóvil monta entre otros los siguientes elementos: pedal de freno, bomba o cilindro maestro, servofreno, canalizaciones, corrector de frenada, pinzas, discos y pastillas y/o tambores, bombines y zapatas.

3. ¿Por qué sustituye Carlos el sistema de freno del vehículo todo-terreno?

Carlos sustituye el sistema de freno del vehículo todoterreno de competición debido a sus nuevas características constructivas.

El sistema de freno que montaba el vehículo en origen no era capaz de detener el vehículo de forma adecuada.

4. ¿Qué sistema de freno dual utiliza el vehículo?

El vehículo de competición preparado por Carlos dispone de un circuito de freno dual con un sistema que independiza los frenos del eje delantero y del eje trasero.

5. ¿Con qué objetivo se montan en el vehículo preparado discos de mayor diámetro?

En el vehículo de competición se montan discos de freno de mayor diámetro con el objetivo de aumentar el par de frenado.

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 248

1. ¿Qué se entiende por mando del sistema de freno?

Se entiende por **mando,** a la pieza directamente accionada por el conductor (o, en el caso de algunos remolques, por un ayudante) que proporciona a la transmisión la energía necesaria para frenarla o regularla. Esta energía puede ser la fuerza muscular del conductor o provenir de otra fuente controlada por él, o bien, en los casos pertinentes, la energía cinética de un remolque, o una combinación de estos diversos tipos de energía.

2. ¿Qué función cumple el freno de servicio en los vehículos?

El sistema de frenado de servicio deberá permitir controlar el movimiento del vehículo y pararlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean la velocidad, la carga o la pendiente ascendente o descendente en la que se encuentre. Su acción deberá ser regulable. El conductor deberá poder frenar de esta manera desde su asiento sin retirar las manos del mando de dirección.

La instalación del freno de servicio permite al conductor reducir la velocidad del vehículo durante la marcha normal y conseguir que este frene y se detenga.

3. ¿Qué sistema de freno de ruedas se comporta mejor ante las altas temperaturas que se generan en los discos y tambores? Razona tu respuesta.

El sistema de freno de disco se comporta mejor ante el calor y las altas temperaturas. Aunque el disco también se dilata, esto refuerza el efecto frenante ya que se presiona con más fuerza el disco contra las pastillas.

4. Explica los dispositivos que se emplean para aminorar y disipar el calor que se genera en los frenos.

Las soluciones para refrigerar los componentes del sistema de freno son:

- Utilizar discos autoventilados, con taladros y ranuras internas que ayuden a canalizar el aire y a evacuar el calor del disco.
- Fabricar los tambores con pequeñas aletas que evacuen el calor.
- Sobredimensionar el conjunto de freno.
- Fabricar las carrocerías con conductos específicos para canalizar el aire contra los discos, pastillas y pinzas.

5. Explica los efectos de un frenado descompensado sobre la estabilidad del vehículo.

Los efectos más importantes que se producen son:

- **Basculación del vehículo sobre el eje delantero.** Este fenómeno provoca una sobrecarga dinámica del peso sobre el eje delantero y una descarga del eje trasero. En esta situación, la adherencia de las ruedas delanteras aumenta y la adherencia de las ruedas traseras disminuye. En frenadas fuertes, el eje trasero se puede llegar a bloquear. El empleo del corrector de frenada en el eje trasero evita en gran medida el bloqueo de estas ruedas.
- **Bloqueo de las ruedas delanteras y pérdida de la trayectoria.** El bloqueo de las ruedas delanteras en el frenado produce una pérdida de control de la dirección y de la trayectoria del vehículo. El vehículo se desplaza hacia donde existe mayor deslizamiento. En la trayectoria por curva, se produce el efecto de **subviraje** del tren delantero, las ruedas no obedecen a la dirección y el eje delantero se desplaza hacia el exterior de la curva.

- **Bloqueo de las ruedas traseras.** En esta situación, el vehículo tiende a girar sobre sí mismo. En la trayectoria por curva, se produce el efecto de sobreviraje del vehículo, el eje trasero del vehículo se desplaza hacia el exterior de la curva pivotando sobre el eje delantero.
- **Pérdida de la trayectoria sin bloqueo de las ruedas.** Este efecto se produce por un frenado desequilibrado en las ruedas: una rueda frena más que la compañera del mismo eje. Cuando la adherencia sobre el terreno es la misma, el fallo se debe a defectos en el circuito y dispositivos de freno. Este efecto se ve aumentado con una mayor velocidad.

6. Calcula el trabajo, en julios, que se debe aplicar para detener un Porsche 911 que pesa 1.440 kg circulando a 120 km/h, y a 140 km/h. Analiza los resultados.

1 km/h = 0,277 m/s

120 km/h = 33,24 m/s

$$tf = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2$$

1 N · m = 1 J

1 N · m = 1 kg · m^2/s^2

$$tf = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2 = \frac{1440\ kg\ (33{,}24\ m/s)^2}{2} = \frac{1440\ kg \cdot 1.104{,}89\ m^2/s^2}{2} = 795.520\ kg \cdot m^2/s^2 = 795.520 J$$

1 km/h = 0,277 m/s

140 km/h = 38,78 m/s

$$tf = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2$$

1 N · m = 1 J

1 N · m = 1 kg · m^2/s^2

$$tf = \frac{1}{2}\ m \cdot v^2 = \frac{1440\ kg\ (38{,}78\frac{m}{s})^2}{2} = \frac{1440\ kg \cdot 1.503{,}88\ m^2/s^2}{2}$$

$$tf = 795.520\ kg \cdot m^2/s^2 = 1.082.793\ N \cdot m = 1.082.793\ J$$

Aumentar la velocidad en 20 km/h supone 287.273 J de energía de frenado. La energía necesaria para frenar no aumenta de manera proporcional, aumenta exponencialmente.

7. Calcula la fuerza de rozamiento real que se produce en un freno de tambor que tiene un coeficiente de rozamiento μ = 0,45 y un coeficiente de acoplamiento *K* de 2. La fuerza que ejercen los bombines sobre las zapatas es de 3.000 N.

$$F_{fr} = F_f \cdot K \cdot \mu$$

$$F_{fr} = 3.000\ N \cdot 2 \cdot 0{,}45 = 2.700\ N$$

8. Calcula la distancia de parada de un vehículo, con una eficacia de los frenos del 85%, a 40, 60, 80, 100, 120, 140 y 160 km/h.

Realiza una tabla con las distancias y analiza cómo afecta a la distancia de parada la velocidad que lleva el vehículo.

$$\text{A } 40 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{40^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{1.600}{215{,}9} = 7{,}4 \text{ metros}$$

$$\text{A } 60 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{60^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{3.600}{215{,}9} = 16{,}6 \text{ metros}$$

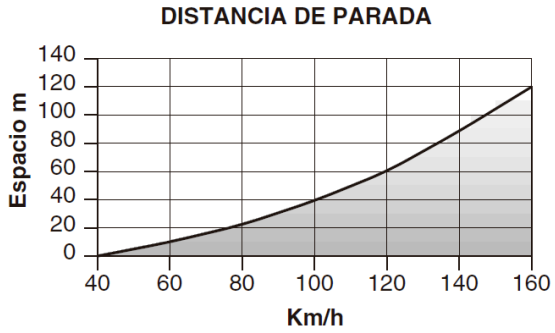
$$\text{A } 80 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{80^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{6.400}{215{,}9} = 29{,}6 \text{ metros}$$

$$\text{A } 100 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{100^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{10.000}{215{,}9} = 46{,}3 \text{ metros}$$

$$\text{A } 120 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{120^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{14.400}{215{,}9} = 66{,}7 \text{ metros}$$

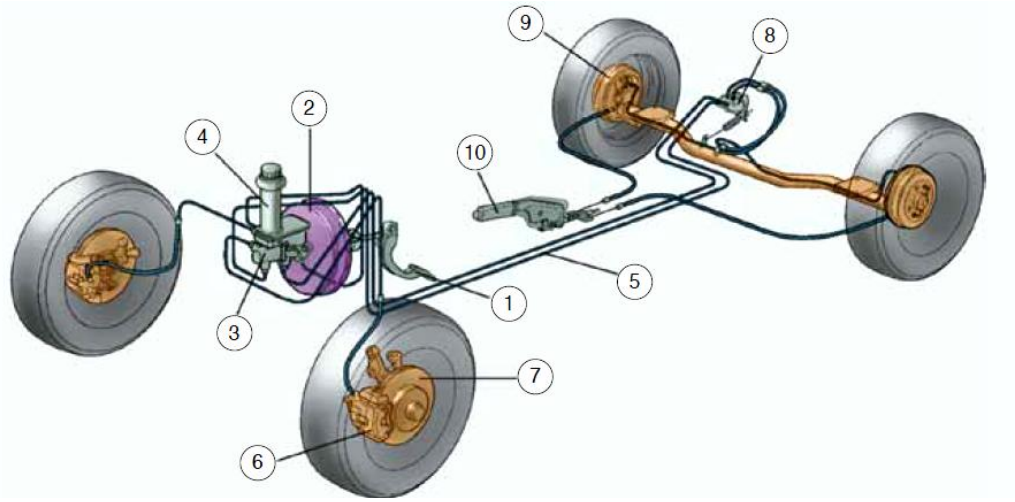
$$\text{A } 140 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{140^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{19.600}{215{,}9} = 90{,}7 \text{ metros}$$

$$\text{A } 160 \text{ km/h:} \quad e = \frac{v^2}{E \cdot 254} = \frac{160^2}{0.85 \cdot 254} = \frac{25.600}{215{,}9} = 118{,}5 \text{ metros}$$



La distancia de parada aumenta de forma exponencial con respecto a la velocidad.

9. Nombra en tu cuaderno los elementos del circuito de freno de la siguiente figura.



1. Pedal.
2. Servofreno.
3. Bomba.
4. Depósito.
5. Canalizaciones.
6. Pinza de freno.
7. Disco de freno.
8. Corrector de frenada trasero.
9. Tambor de freno.
10. Palanca de freno de mano.

UNIDAD 8. ELEMENTOS Y PIEZAS DEL SISTEMA DE FRENO

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 255

1. ¿Crees que es aconsejable montar un sistema de freno de tambor en el Buggy?

No, ya que el freno de tambor aporta mayor peso y ofrece peores prestaciones al vehículo.

2. ¿Puede provocar algún tipo de comportamiento inadecuado el montar en el vehículo solo frenos en las ruedas traseras?

Si, al montar solamente frenos en las ruedas traseras, el vehículo es más propenso a bloquear el eje trasero y se produce en él un efecto de sobreviraje. Este efecto conlleva un desequilibrio del vehículo durante el frenado.

3. ¿Qué tipo de bomba se debe montar en el Buggy si va a disponer de freno en las cuatro ruedas?

Si el Buggy va a disponer de freno en las cuatro ruedas es aconsejable montar una bomba tándem.

4. ¿Es necesario montar un servofreno en el sistema de freno del Buggy?

En el Buggy no es necesario montar un servofreno ya que es un vehículo muy ligero y con la fuerza de accionamiento del conductor es suficiente para que el sistema de freno de disco sea capaz de detener el vehículo en cualquier circunstancia.

5. ¿Qué es un repartidor manual de frenada?

Un repartidor manual de frenada es un dispositivo que permite regular la fuerza de frenado entre los ejes trasero y delantero según la voluntad del conductor.

6. ¿Qué tipo de canalizaciones se deben montar en el Buggy?

En el Buggy, desde la bomba de freno y a lo largo del chasis se va a montar tubería de acero, y desde el chasis a las pinzas de freno, latiguillos de caucho reforzados.

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 290

1. Enumera los componentes del freno de tambor y la misión de cada uno en el conjunto.

El sistema de freno de tambor dispone de los siguientes componentes:

- Chapa portafrenos. Soporta todos los elementos del conjunto.
- Zapatas. Es el elemento frenante del conjunto junto con el tambor, se encuentran sujetas en la chapa porta frenos.
- Bombín. Es el elemento que recibe la presión hidráulica y la transforma en fuerza de empuje sobre las zapatas.
- Muelles recuperadores. Fijan las zapatas en su posición y realizan la fuerza para que retrocedan las zapatas al finalizar el frenado.
- Tambor. Es el elemento móvil del sistema, se encuentra unido a la rueda y permite que las zapatas se acoplen en su interior y al desplazarse rocen y lo frenen.
- Palanca del freno de mano. Permite desplazar las zapatas sin la actuación del bombín.
- Dispositivos correctores del desgaste. Aseguran la aproximación de las zapatas al tambor y la regulan de forma automática.

2. Cita los dispositivos de frenado o accionamiento de zapatas y explica sus características.

Los dispositivos más empleados son:

- Levas en forma de «S» o de «Z».
- Cuña de expansión.
- Bombines de simple o doble efecto.

Las levas y las cuñas de expansión son dispositivos mecánicos de accionamiento y los bombines son elementos hidráulicos.

3. Explica por qué se necesita ajustar las zapatas cuando se desgastan sus forros. ¿Cuáles son los dispositivos de ajuste manual más empleados?

Con el uso y el desgaste de los forros y del tambor, se debe realizar un ajuste de las zapatas, ya que de no realizarse, el pedal de freno se hundirá en exceso para conseguir que los frenos actúen.

Los dispositivos de reajuste se agrupan en dos sistemas, los manuales y los de ajuste automático. Dentro de los dispositivos de ajuste manual los más empleados son el sistema Girling y el sistema Bendix:

- **Sistema Girling.** En este tipo de freno de tambor, el reglaje se realiza sobre el bombín de freno mediante un sistema de ajuste por medio de rosca o mediante un conjunto de ajuste en el apoyo de las zapatas.
- **Sistema Bendix.** Este sistema consiste en una leva por zapata que aproxima o aleja ésta contra el tambor. El ajuste se realiza desde el exterior por la parte trasera del portafrenos haciendo girar la leva por medio de un tornillo. El desplazamiento máximo de ajuste corresponderá con el alzado de la leva. Si tras un giro completo de la leva el freno no se queda bloqueado, esto indica que el desgaste de las zapatas es excesivo y deben sustituirse.

4. Calcula la fuerza que realiza un bombín con un émbolo de 3 cm de diámetro. Conocemos que la presión que genera el circuito hidráulico es de 40 bar.

• Calcula la fuerza que realiza un bombín nuevo que hemos sustituido por el anterior y que dispone de dos émbolos de 3 cm de diámetro. La presión del circuito se mantiene a 40 bar.

• ¿Realizan el mismo desplazamiento, en milímetros, los dos elementos del segundo bombín? Razona tu respuesta.

1º

$$p = \frac{F}{S} \; ; \; F = p \cdot S$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot (3\ \text{cm})^2}{4} = 7.08\ \text{cm}^2$$

$$1\ \text{bar} = \frac{10\ \text{N}}{\text{cm}^2} \rightarrow \; 40\ \text{bar} = \frac{400\ \text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$F = 40\ \text{bar} \cdot 7{,}08\ \text{cm}^2 = 400\ \text{N/cm}^2 \cdot 7{,}08\ \text{cm}^2 = 2.832\ \text{N}$$

2º

Se cambia el bombín por uno de dos émbolos, la fuerza se multiplica por el número de émbolos.

$$2.832\ \text{N} \cdot 2\ \text{émbolos} = 5.664\ \text{N}$$

No, el segundo bombín realizará la mitad de recorrido que el primero, para el mismo desplazamiento de la bomba.

5. Enumera los componentes del freno de disco y la misión de cada uno en el conjunto.

El freno de disco más sencillo está formado por:

- El disco. Gira solidario a la rueda y realiza la transformación de la energía cinética en calor cuando es presionado por las pastillas de freno.
- La pinza. Soporta las pastillas, el émbolo de accionamiento, los retenes, purgadores y racor de entrada del líquido.
- Las pastillas. Se alojan en las pinzas y friccionan contra el disco al frenar.

6. ¿Qué tipos de discos se emplean actualmente para disipar el calor lo más rápido posible?

Para disipar el calor más efectivamente se utilizan los discos ventilados. Los discos ventilados pueden llevar canales interiores entre las superficies de fricción o estar taladrados con canales por su superficie de contacto con la pastilla.

7. ¿Qué misión realiza el conjunto servofreno y bomba en el circuito de freno?

El servofreno en conjunto con la bomba de freno tiene la misión de amplificar la fuerza que el conductor realiza sobre el pedal de freno, determinando una ayuda en la frenada.

El sistema emplea la depresión que se produce en el colector de admisión en los motores de gasolina o la depresión que genera una bomba de vacío en los motores diésel y se basa en la fuerza que ejerce la presión atmosférica sobre una cara de un émbolo mientras que en la otra cara se produce depresión.

8. Con el motor parado, ¿cómo se comporta un vehículo con servofreno? ¿Puede frenar?

Si puede frenar, pero sin la ayuda del servofreno. Por lo tanto, la fuerza que hay que ejercer en el pedal para frenar es muy grande, ya que hay que vencer la resistencia del servofreno más la fuerza necesaria para el frenado. En esta situación el pedal de freno se endurece.

9. En un vehículo equipado con limitador de frenada en función de la carga del eje trasero, ¿cuándo recibe menor presión, cargado o descargado? Razona tu respuesta.

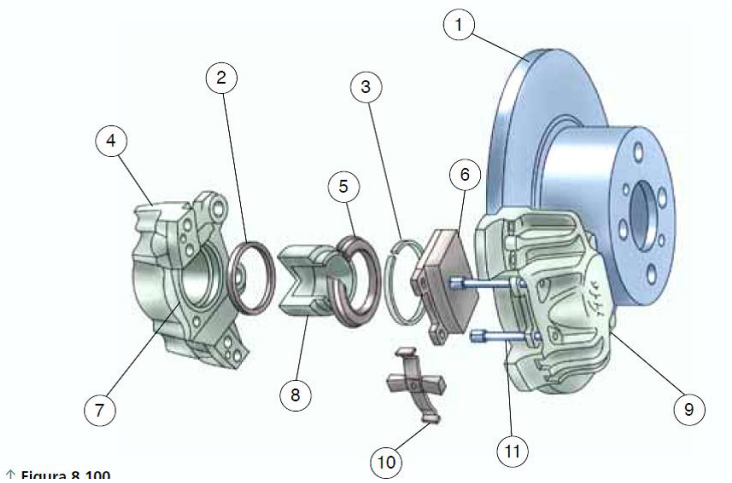
El limitador de frenada recibe menos presión cuando el vehículo esta descargado. Esto es así ya que los vehículos no siempre llevan la misma carga y la mayor parte peso recae sobre el eje trasero. Los sistemas de freno se diseñan teniendo en cuenta este condicionante. En el eje trasero con la misma presión de frenado y sin carga las ruedas pueden bloquearse y derrapar, el corrector de frenado detecta la carga y regula la presión.

10. Explica las propiedades que deben reunir los líquidos de frenos.

Los líquidos de frenos deben reunir las siguientes propiedades:

- El punto de ebullición debe ser alto y estar en equilibrio con la temperatura máxima antes de cambiar a estado gaseoso. Si se supera esta temperatura, en el líquido se pueden formar burbujas de vapor y perder la eficacia del líquido.
- El líquido de frenos es higroscópico, absorbe la humedad. Si el líquido absorbe agua pierde sus propiedades descendiendo considerablemente su temperatura de ebullición. El punto de ebullición húmedo mide el punto de ebullición con un porcentaje de agua de ± el 3,5 %.
- La influencia de la temperatura sobre la viscosidad debe ser la menor posible para garantizar la eficacia en cualquier temperatura.
- El líquido debe ser anticorrosivo para evitar la oxidación de los elementos férricos del circuito. Los aditivos que se le añaden garantizan esta propiedad.
- Los líquidos de frenos deben de ser compatibles con los elastómeros que se emplean en las bombas y demás elementos.

11. Nombra, en tu cuaderno, los componentes del freno de disco de la siguiente ilustración. ¿De qué sistema se trata?



↑ Figura 8.100

1. Disco de freno.
2. Junta o retén.
3. Anillo de sujeción.
4. Caja de brida o semipinza.
5. Tapa protectora.
6. Pastilla.
7. Cilindro.
8. Émbolo.
9. Caja de tapa o semipinza.
10. Ballesta expansible.
11. Pasador.

Se trata de un sistema de freno de disco con pinza fija.

UNIDAD 9. MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS EN VEHÍCULOS LIGEROS

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 299

1. ¿Con qué equipo se analiza la frenada de un vehículo?

Para comprobar el sistema de frenado de un vehículo, existen equipos de diagnosis que miden y comparan la fuerza que realizan los frenos. Estos equipos son los denominados bancos de frenos o frenómetros. Los más empleados son los de rodillos y los de placas móviles.

Si no se dispone de frenómetro, la comprobación del sistema de frenos se puede realizar mediante una prueba de frenado en carretera.

2. ¿Es necesario revisar el vehículo en la ITV cada año? Razona tu respuesta.

No, depende del tipo de vehículo y de su antigüedad. La normativa dice lo siguiente:

La inspección técnica periódica de los vehículos se hará con la siguiente frecuencia:

a) Motocicletas, vehículos de tres ruedas, cuadriciclos, quads, ciclomotores de tres ruedas y cuadriciclos ligeros.

Antigüedad:

- Hasta cuatro años: exento.
- De más de cuatro años: bienal.

b) Ciclomotores de dos ruedas.

Antigüedad:

- Hasta tres años: exento.
- De más de tres años: bienal.

c) Vehículos de uso privado dedicados al transporte de personas, excluidos los que figuran en los epígrafes a) y b), con capacidad hasta nueve plazas, incluido el conductor, autocaravanas y vehículos vivienda.

Antigüedad:

- Hasta cuatro años: exento.
- De más de cuatro años: bienal.
- De más de diez años: anual.

d) Ambulancias y vehículos de servicio público dedicados al transporte de personas, incluido el transporte escolar, con o sin aparato taxímetro, con capacidad de hasta nueve plazas, incluido el conductor.

Antigüedad:

- Hasta cinco anos: anual.
- De más de cinco años: semestral.

e) Vehículos de servicio de alquiler con o sin conductor y de escuela de conductores, dedicados al transporte de personas con capacidad de hasta nueve plazas, incluido el

conductor, incluyendo las motocicletas, vehículos de tres ruedas, cuadriciclos, quads, ciclomotores y cuadriciclos ligeros.

Antigüedad:

- Hasta dos años: exento.
- De dos a cinco años: anual.
- De más de cinco años: semestral.

f) Vehículos dedicados al transporte de personas, incluido el transporte escolar y de menores, con capacidad para diez o más plazas, incluido el conductor.

Antigüedad:

- Hasta cinco años: anual.
- De más de cinco años: semestral.

g) Vehículos y conjuntos de vehículos dedicados al transporte de mercancías o cosas, de MMA ≤ 3,5 Tm (masa máxima autorizada menor o igual a 3,5 Tm).

Antigüedad:

- Hasta dos años: exento.
- De dos a seis años: bienal.
- De seis a diez años: anual.
- De más de diez años: semestral.

h) Vehículos dedicados al transporte de mercancías o cosas, de MMA > 3,5 Tm.

Antigüedad:

- Hasta diez años: anual.
- De más de diez años: semestral.

i) Caravanas remolcadas de MMA > 750 kg.

Antigüedad:

- Hasta seis años: exento.
- De más de seis años: bienal.

j) Tractores agrícolas, maquinaria agrícola autopropulsada, remolques agrícolas y otros vehículos agrícolas especiales, excepto motocultores y maquinas equiparadas.

Antigüedad:

- Hasta ocho años: exento.
- De ocho a dieciséis años: bienal.
- De más de dieciséis años: anual.

k) Vehículos especiales destinados a obras y servicios y maquinaria autopropulsada, con exclusión de aquellos cuya velocidad por construcción sea menor de 25 km/h.

Antigüedad:

- Hasta cuatro años: exento.
- De cuatro a diez años: bienal.
- De más de diez años: anual.

l) Estaciones transformadoras móviles y vehículos adaptados para la maquinaria del circo o ferias recreativas ambulantes.

Antigüedad:

- Hasta cuatro años: exento.
- De cuatro a seis años: bienal.
- De más de seis años: anual.

Los vehículos catalogados como históricos se someterán a inspecciones periódicas en las condiciones que señale el órgano competente de la comunidad autónoma donde resida el propietario, exceptuando a los vehículos de colección, que se someterán a inspección técnica periódica según las frecuencias que le correspondan con arreglo a lo dispuesto en este articulo.

La antigüedad del vehículo deberá ser computada a partir de la fecha de matriculación que conste en el permiso de circulación.

En el caso de vehículos ya matriculados con anterioridad, tanto en territorio nacional como en el extranjero, la antigüedad del vehículo deberá ser computada a partir de la fecha de primera matriculación o puesta en servicio que conste en el permiso de circulación del vehículo o documento equivalente.

En el caso de vehículos mixtos la frecuencia de inspección aplicable será la más restrictiva entre los correspondientes al transporte de personas o mercancías aplicable al vehículo de que se trate.

(*REAL DECRETO 711/2006, de 9 de junio, por el que se modifican determinados reales decretos relativos a la inspección técnica de vehículos(ITV) y a la homologación de vehículos, sus partes y piezas, y se modifica, asimismo, el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre.)*

3. ¿Dónde se puede detectar también la pérdida de líquido de frenos?

La pérdida de líquido de frenos del vehículo se puede detectar por la bajada anormal del nivel de líquido de frenos en el depósito.

4. Una vez desmontado el tambor de freno en el taller, ¿qué elemento es el que pierde líquido de frenos?

Cuando el mecánico desmonta el tambor detecta una pérdida de líquido de frenos por el bombín.

5. ¿Qué elemento del bombín de freno puede haberse deteriorado para ocasionar la pérdida de líquido?

La pérdida de líquido de freno por el bombín es debida al desgaste del retén interior.

6. Tras reparar el bombín de freno y montarlo en el vehículo, ¿es necesario sustituir también las zapatas de freno?

Las zapatas de freno se deben sustituir ya que al ser impregnadas con líquido de frenos han perdido sus propiedades.

7. Cuando el técnico hace la prueba de frenado con el freno de estacionamiento, ¿obtiene también descompensación entre las ruedas del eje trasero?

En la prueba del freno de estacionamiento se obtiene la misma descompensación que en la prueba realizada con el freno de servicio para las ruedas traseras.

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 320

1. Busca en manuales de reparación las características principales del circuito de freno de un vehículo ligero y anótalas en una tabla. Anota también los pares de apriete de los elementos del circuito.

El modelo es un Renault Clio II

Frenos de mando hidráulico asistido por servo freno de depresión, sistema ABS 5.7 Bosch de serie y doble circuito en X.

Freno de estacionamiento con cables sobre las ruedas traseras.

Ruedas delanteras	Medidas en milímetros
Discos ventilados	Diámetro 259
	Espesor del disco 20,6 mínimo 17,6
	Alabeo 0,07
Pastillas	18,2 (mínimo 6)
Ruedas traseras	
Tambor con recuperación automática de juego	203,2 (máxima 204,45)
Diámetro del cilindro receptor	17,5
Ancho de forros	36,7
Espesor de la mordaza primaria	4,6 (mínimo 2)
Espesor de la mordaza secundaria	3,3 (mínimo 2)
Bomba de dos salidas	Diámetro del pistón 20.6
Servofreno no reparable	
Líquido tipo SAE J1703 DOT 4	
Freno de estacionamiento por palanca y cables	

Pares de apriete (DaN · m o m · kg)			
Pinza de freno sobre su soporte	4	Latiguillo de freno	1,5
Soporte de pinza sobre mangueta	10	Tornillo de purga	0,6 a 0,8
Bomba principal sobre servofreno	1,8	Plato de freno trasero	5
Servofreno sobre salpicadero	2,3	Tuerca de cubo	17,5
Racores hidráulicos	1,7	Tornillo de rueda	9

2. ¿Cuáles pueden ser las causas de un nivel bajo del líquido de frenos del depósito?

Un nivel anormalmente bajo puede indicar la existencia de una fuga en el circuito hidráulico. Las fugas del circuito hidráulico pueden ser internas o externas. Cuando la fuga es interna, se comunica el circuito primario y secundario de la bomba (bomba tándem) no existiendo disminución de líquido del depósito. Si la fuga es externa el líquido sale al exterior y desciende el nivel de líquido del depósito.

3. ¿Qué consideraciones se deben tener en el rectificado de los discos de freno?

Para el rectificado de los discos de freno se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

• Nunca se deben rectificar los discos a menos que el torno con el que se cuente tenga la precisión necesaria.

• Nunca se debe sobrepasar el mínimo espesor recomendado por el fabricante.

• No se debe de rectificar discos en tornos, cuya precisión, rigidez de bancada, etc. no sea la requerida para dejar un acabado superficial bueno.

4. ¿Qué puede originar una fuga de líquido de frenos en la pinza o mordaza?

- Las fugas de líquido de frenos en la pinza o en la mordaza pueden ser originadas por la rotura del reten interior, por rayas en el émbolo o por excesivo desgaste del cilindro.
- En algunos casos la pérdida de líquido se produce por rotura o daño de la rosca del sangrador o purgador del líquido de frenos.
- Otra causa de pérdida o fuga de líquido de frenos puede ser la ocasionada por la rotura o deterioro de la rosca de la canalización de entrada de líquido de frenos.

5. ¿Qué es el purgado del circuito de freno? ¿Cómo se realiza?

El purgado del circuito de freno consiste en la extracción del aire del interior del circuito. Esta operación se realiza a través de los purgadores de las pinzas o de los bombines.

Purgado con equipos de presión

El funcionamiento de estos equipos se basa en aplicar líquido nuevo a presión por el depósito. El líquido usado saldrá por el purgador tras su apertura por el operario. Desde el purgador se conecta un tubo de goma transparente, el cual comunica con un recipiente que recoge el líquido usado.

El equipo está diseñado para no sobrepasar unas presiones máximas de funcionamiento, que pueden provocar que el líquido se emulsione con el aire. La presión de trabajo será baja y dependerá del equipo a utilizar.

Para confirmar que el líquido se ha sustituido en su totalidad del circuito y de la tubería, se ha de comprobar que el líquido que sale por el tubo de goma transparente está limpio y sin burbujas. Una vez realizado el purgado en una pinza, debe cerrarse el purgador y realizar el purgado de otra, abriendo su purgador, y así sucesivamente hasta completar el circuito.

Purgado manual

El purgado manual se debe realizar por dos operarios: uno dentro del vehículo, que bombeará el pedal de freno, y otro fuera del vehículo, que abrirá y cerrará los purgadores. Antes de purgar el circuito, es importante bombear varias veces el pedal de freno para consumir el vacío del servofreno y tomar pedal de freno.

En la salida de los purgadores, se conectará un tubo flexible transparente que se comunicará con un recipiente para recoger el líquido usado.

El purgado manual se realiza en dos fases:

- En la primera fase, el operario del interior del vehículo debe bombear el pedal de frenos varias veces hasta que el pedal tome dureza. Con el pedal pisado, el otro operario desde el exterior abrirá el purgado de una de las ruedas, dejando salir hacia el recipiente recolector el líquido viejo y el aire silo tuviese. En esta fase, el pedal se hunde hasta el fondo por la fuerza del operario, y no se suelta hasta que se cierra el purgador.
- En la segunda fase, con el purgador cerrado, se suelta el pedal y la bomba toma líquido del depósito.

Las fases se repiten hasta conseguir extraer todo el aire del circuito hidráulico.

6. Explica la misión del banco de frenos y los parámetros que se pueden medir.

La misión del banco de frenado es comprobar que los frenos funcionan correctamente y dentro de los márgenes de eficacia y seguridad.

El frenómetro permite medir la fuerza y la eficacia del sistema de frenado por eje, delantero y trasero, y la fuerza y la eficacia del freno de estacionamiento. Estos datos deben ser interpretados como un estudio de los elementos en conjunto para determinar el funcionamiento correcto del sistema de frenado del vehículo.

Actualmente, se están aplicando programas informáticos que analizan la fuerza de frenado por rueda durante todo el proceso de frenado, con lo que permite analizar y determinar minuciosamente el comportamiento y el estado de los frenos.

El primer factor de gran importancia en el estado de los frenos de un vehículo es el equilibrio entre los valores correspondientes a la fuerza de frenado entre las ruedas de un mismo eje. En la revisión de la ITV se considera un defecto leve una diferencia superior al 20% y menor del 30% en su punto máximo. Cuando el vehículo tiene una

diferencia superior al 30% se considera un defecto grave y el vehículo no obtiene la revisión de favorable.

El segundo factor de importancia es el reparto de frenada entre los ejes delantero y trasero. Se consideran correctos valores de frenada entre el 70 y el 90% para el eje delantero, y entre el 30 y el 10% para el trasero. En ninguna circunstancia debe frenar más el eje trasero que el delantero.

En último lugar se evalúa la eficacia de la frenada. Este factor era de gran importancia en vehículos clásicos; actualmente, el problema está resuelto con las ayudas mecánicas (servofrenos). Se considera una eficacia correcta cuando el conjunto de freno de pie supera los dos tercios del peso del vehículo, y un tercio para el freno de mano.

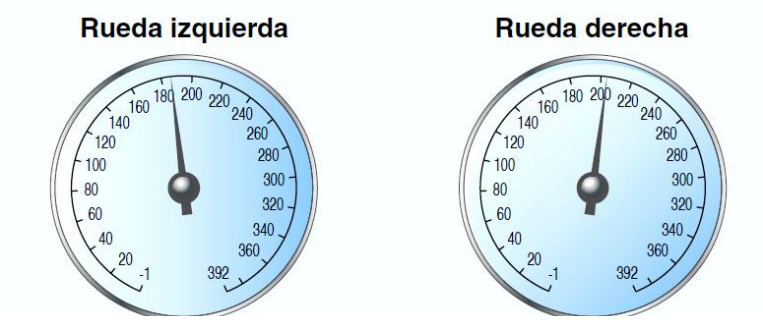
7. ¿Qué comprobaciones se deben realizar en un tambor de freno?

- Con el tambor de freno desmontado, se debe comprobar que no existen, rallados fisuras o grietas que pudieran aparecer tras el uso. En el caso de existir, con el fin de evitar la rotura durante su funcionamiento, se debe sustituir el tambor por uno nuevo.
- Se comprobará el desgaste de la superficie de fricción. En el caso de que el diámetro sea superior al permitido por el fabricante se sustituirá el disco por uno nuevo.
- También se comprobará que la redondez del tambor no está más allá del límite especificado. Un tambor ovalado imposibilita el ajuste de la zapata del freno y ocasiona un desgaste excesivo de las piezas del mecanismo del freno. Además provoca un desgaste profundo e irregular en la banda de rodadura del neumático, así como vibración en el pedal de freno.
- Si el diámetro del disco de freno se encuentra entre los valores permitidos y en la superficie aparecen rayas por la fricción se podrá rectificar siempre que el fabricante lo contemple y los valores se encuentren dentro de las tolerancias.

8. ¿Por qué es necesario cambiar el líquido de frenos cada cierto tiempo?

Es necesario ya que el líquido de frenos es higroscópico y absorbe humedad (agua). Si existiese agua dentro del circuito de freno, ésta podría oxidar los cilindros, émbolos y dañar las canalizaciones.

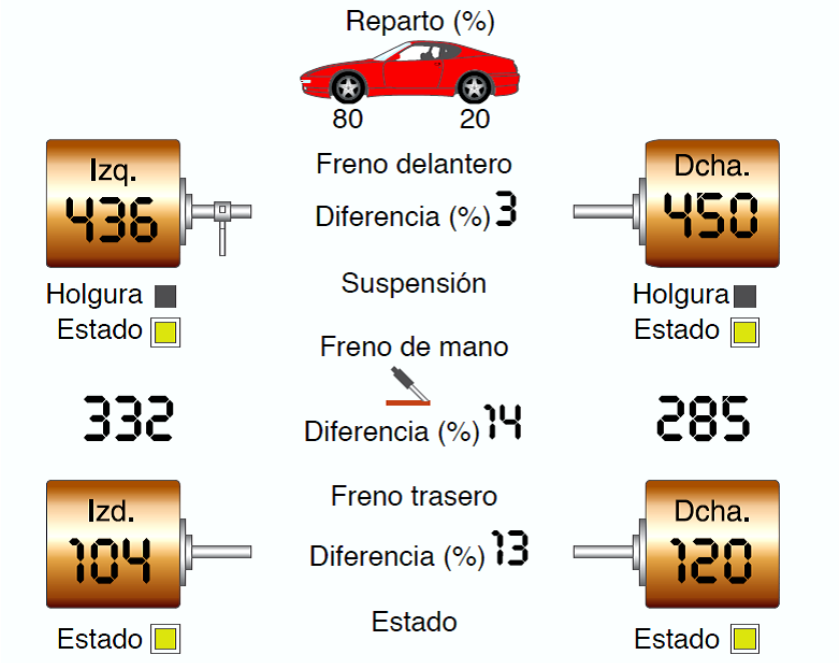
9. Interpreta la siguiente lectura de medición de la fuerza de frenado del eje delantero de un vehículo.



En la figura aparecen dos indicadores analógicos de la pantalla del frenómetro, el indicador de la izquierda mide la fuerza de frenado que realiza la rueda de la izquierda y el de la derecha, la rueda derecha, no sabemos si se está midiendo el eje delantero o el trasero.

La medida del reloj izquierdo es de 185 daN y el de la derecha 205 daN, existe una diferencia de 20 daN entre las dos ruedas, menor al 10 %, recordamos que se admiten diferencias inferiores al 20 % por lo que se deduce que la frenada está dentro de lo considerado como admisible. Desequilibrio leve del 20 al 30% y grave y por tanto no favorable en la ITV superior al 30%.

10. Analiza e interpreta el frenado del siguiente vehículo (unidades en daN).



El vehículo tiene un reparto de frenada del 80 %en el eje delantero y un 20 % en el trasero. La fuerza de frenada del eje delantero está muy compensada, la rueda izquierda 436 daN y la derecha 450 daN el 3 % de diferencia. En el eje trasero tiene más descompensación 13 % pero dentro de lo aceptable, la izquierda 104 daN y la derecha 120 daN. El freno de estacionamiento es el más descompensado el 14 % la izquierda 332daN y la derecha 285 daN.

UNIDAD 10. SISTEMAS DE SEGURIDAD EN LOS FRENOS

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 327

1. ¿Qué misión realizan los captadores del número de revoluciones en un sistema de freno ABS?

La misión de los captadores del número de revoluciones es transformar las magnitudes físicas rpm de las ruedas, en magnitudes eléctricas que la unidad de control procesa, determinando cuando una rueda tiende a bloquearse y derrapar.

2. ¿Qué componentes hidráulicos posee un sistema de freno ABS que no disponga un sistema de freno tradicional?

El conocido como bloque hidráulico en el que se alojan la bomba de barrido, el acumulador y las electroválvulas.

3. ¿Por qué sigue frenando el vehículo aun cuando el ABS no actúa?

El circuito hidráulico de freno del vehículo de Alberto funciona perfectamente ya que no tiene ninguna avería. El problema que existe es que no actúa ni la bomba hidráulica del ABS ni sus electroválvulas. Esto lo que impide es la regulación del sistema antibloqueo.

4. ¿La avería producida en el sistema de freno ABS del vehículo de Alberto es esporádica o permanente?

La avería producida en sistema de freno del vehículo de Alberto es permanente ya que el conector está suelto. Esto se observa tras realizar el borrado de la memoria de averías, y observar que permanecen activas.

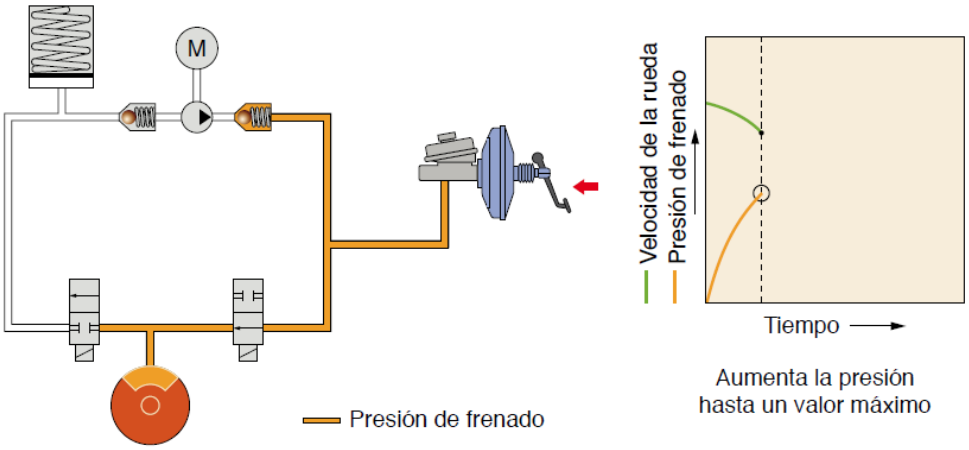
ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 350

1. Explica las diferentes fases de funcionamiento del ABS, la generación, el mantenimiento, la reducción y la generación de presión a través de la bomba.

Fase de generación de presión (sin intervención del ABS)

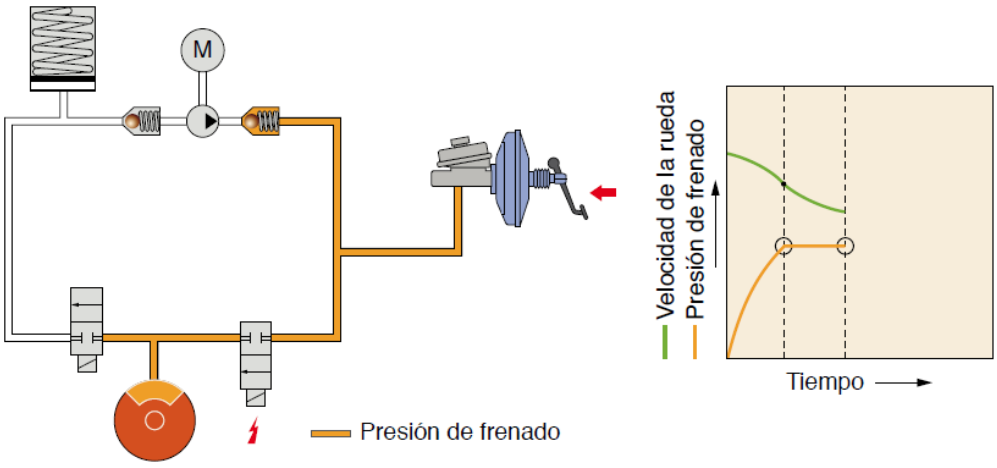
- Al accionar el pedal de freno se produce presión de frenado en la bomba o cilindro maestro. Mediante la fuerza del pedal y la amplificación del servofreno la presión pasa por el bloque hidráulico hacia la electroválvula de entrada que se encuentra sin activar (NA, normalmente abierta).

- La válvula de salida, en situación de reposo se encuentra cerrada (NC, normalmente cerrada). El funcionamiento del circuito hidráulico es similar al de un sistema de freno normal.



Fase de mantenimiento de presión (al intervenir el ABS)

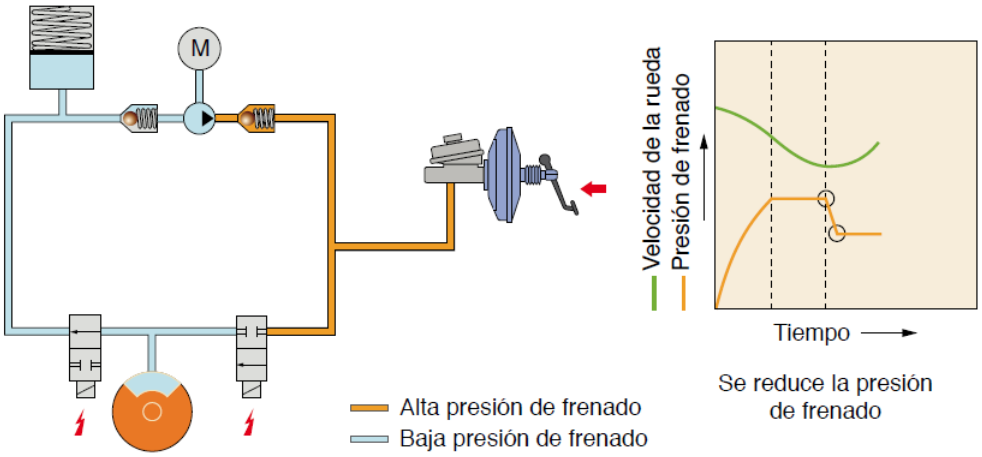
- Si tras la generación de la presión y el frenado que sigue a continuación la rueda tiende a bloquearse, la unidad de control excita la electroválvula de entrada, cambia de posición y cierra el paso de líquido a presión en la tubería de alimentación hacia el freno de rueda.
- La válvula de salida en la tubería de retorno permanece cerrada.
- La presión generada en el freno de rueda se mantiene y no puede ser incrementada por el circuito, aunque el conductor pise el pedal con mayor fuerza. Las electroválvulas permanecen cerradas.



Fase de reducción de la presión (durante la regulación del ABS)

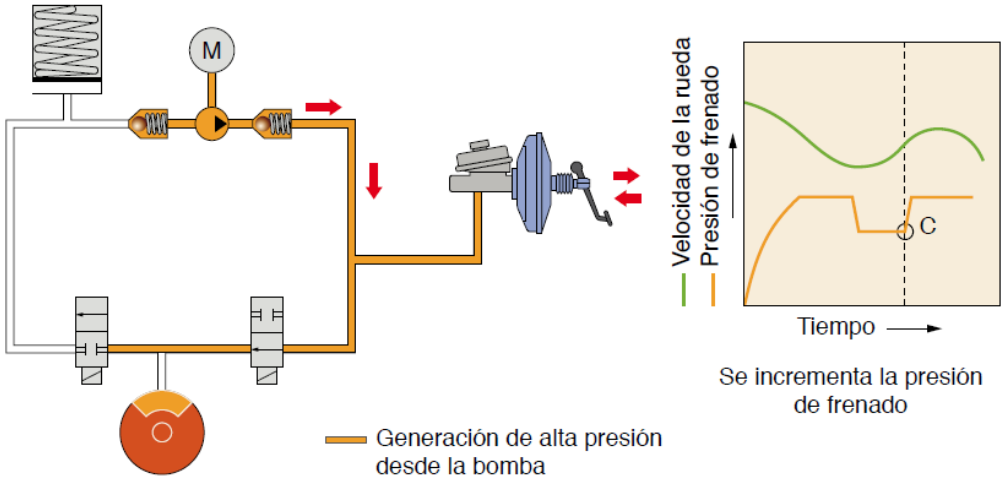
- En situaciones en las que se mantiene la presión en el circuito con la válvula de entrada cerrada, si persiste el peligro de bloqueo (debido a poca adherencia), se reduce la presión aplicada en el freno de rueda. Para ello, la válvula de salida en la tubería de retorno se abre, gracias a la señal enviada por la unidad de control.

- La presión desciende y el líquido circula por la tubería de retorno hasta el acumulador de baja presión. La válvula de entrada de presión continúa cerrada, yal reducirse la presión de frenado, la rueda bloqueada comienza de nuevo a girar.
- Si el conductor sigue pisando el pedal y se necesita presión para frenar la rueda, la unidad de control conecta la bomba de barrido para generar la presión.



Fase de generación de presión (bomba conectada)

- Cuando interviene la regulación, el circuito del ABS está funcionando y la unidad de control conecta la bomba de barrido.
- Esta aspira, del acumulador de baja presión, el líquido de frenos evacuado del freno de la rueda y vuelve a poner a disposición líquido a presión en el circuito de freno; las electroválvulas no están activadas.



2. ¿Cuál es el principio físico del sensor magnetorresistivo? Explícalo.

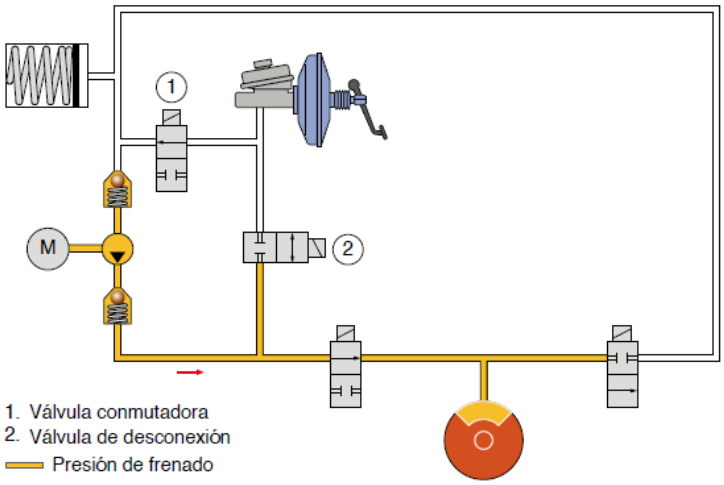
Se basa en el efecto de la conductibilidad eléctrica de capas ferromagnéticas anisotrópicas, estas capas varían la tensión que generan por la influencia de los campos magnéticos exteriores. El sensor dispone de dos resistencias

magnetorresistivas y un anillo formado por imanes permanentes alternados, que giran solidarios con la rueda.

Al girar la rueda, giran también los anillos de los imanes, el giro de los campos magnéticos generan la tensión de salida del sensor, proporcional al número de revoluciones.

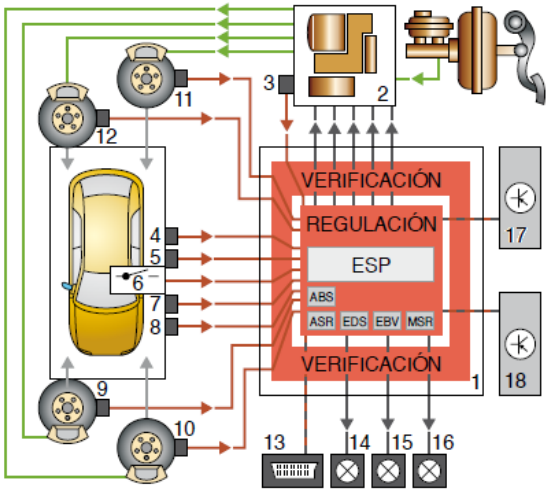
3. Describe la fase de posición de regulación con el sistema de control de tracción sobre los frenos.

Al actuar el control de tracción en los frenos, la válvula de conmutación (1) de la tubería de aspiración de la bomba de alta presión se abre, (el módulo la excita y cambia de posición la 2/2).La electroválvula (2) también se excita y se cierra. La bomba de alta presión se conecta e inicia su funcionamiento generando la presión de frenado, se aplica al freno de la rueda que patina, al frenarse la rueda con menos adherencia el par se transmite a la otra rueda.



4. Enumera los elementos que componen el programa electrónico de estabilidad ESP.

El programa electrónico de estabilidad se compone principalmente de los siguientes elementos:



1. Unidad de control para ABS con EDS / ASR / ESP
2. Unidad hidráulica con bomba de precarga
3. Transmisor de presión de frenado
4. Transmisión de aceleración transversal
5. Transmisor de la magnitud de viraje
6. Pulsador para ASR / ESP
7. Transmisor goniométrico de dirección
8. Conmutador de luz de freno
9-12. Sensores de régimen
13. Cable para diagnósticos
14. Testigo luminoso para sistema de frenos
15. Testigo luminoso para ABS
16. Testigo luminoso para ASR / ESP
17. Intervención en la gestión del motor Red CAN-bus
18. Intervención en la gestión del cambio Red CAN-bus (solo vehículos automáticos)

5. Explica el funcionamiento del programa electrónico de estabilidad ESP en un sobreviraje.

Cuando se produce el sobreviraje, se frenan las ruedas del exterior de la curva, la rueda delantera derecha se somete a un fuerte frenado para que la rueda deslice y produzca la fuerza lateral en el eje delantero. A su vez, se frena la rueda trasera derecha, con menor fuerza, lo que provoca junto con el brazo de fuerza actuante, una reducción del momento de derrapaje existente.

El frenado de las dos ruedas actúa estabilizando el vehículo y devolviéndolo a la trayectoria prevista por el conductor.

6. ¿Cuáles son las diferencias entre un sensor de presión piezoeléctrico y uno capacitivo?

En el sensor piezoélectrico la presión de la membrana sobre el sensor modifica la distancia de las cargas, por presión sin desplazamiento, y se genera la señal que es proporcional a la presión que se realiza.

En el sensor capacitativo se desplaza una placa móvil y se altera la distancia de las placas modificándosela señal de salida.

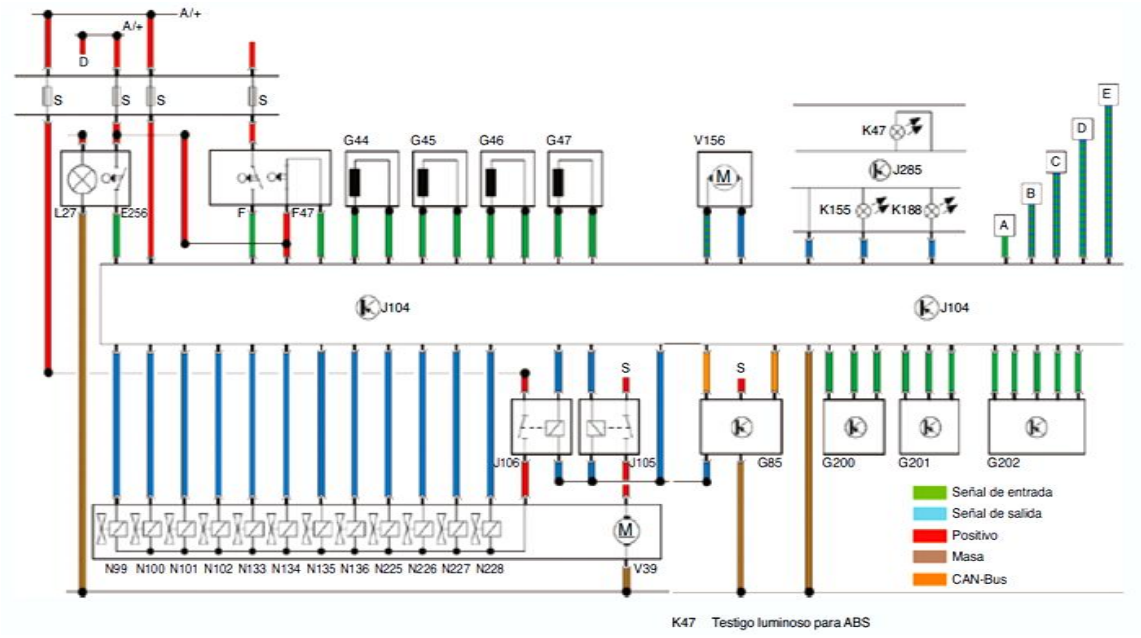
7. Explica cómo funciona el sensor de aceleración capacitivo.

El sensor de aceleración capacitivo emplea el principio de variación de capacitancia. Consta de dos placas de la misma polaridad. En el centro se coloca una placa cargada con polaridad inversa colocada de forma móvil. Si se somete a una aceleración o deceleración, su masa la obliga a desplazarse. El desplazamiento de la placa produce una variación en la relación de carga entre las dos parejas de placas. El acelerómetro dispone de una electrónica integrada que transforma esta variación en una magnitud medible y procesable por el módulo ABS/ESP.

8. Identifica en el esquema eléctrico los siguientes elementos:

- **Conmutador del pedal de freno.**
- **Bomba de retorno para el ABS.**
- **Transmisor de presión de frenado.**
- **Testigo luminoso para el ABS.**
- **Conmutador de luz de freno.**
- **Relé de bomba para el ABS.**
- **Transmisor de aceleración trasversal.**
- **Sensor de régimen trasero derecho.**

Elemento	Identificación
Conmutador del pedal de freno.	F
Bomba de retorno para el ABS.	V39
Transmisor de presión de frenado.	G201
Testigo luminoso para el ABS.	K47
Conmutador de luz de freno.	F47
Relé de bomba para el ABS.	J105
Transmisor de aceleración trasversal.	G200
Sensor de régimen trasero derecho.	G44



UNIDAD 11. SISTEMAS DE FRENO EN VEHÍCULOS INDUSTRIALES Y AGRÍCOLAS

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 361

1. ¿Qué elemento es el encargado de generar la presión neumática en el sistema de freno neumático utilizado por los camiones?

El compresor es el elemento encargado de generar la presión neumática en el sistema de freno neumático utilizado por los camiones.

2. ¿Qué elemento utiliza el circuito neumático del camión para acumular la presión de aire?

El calderín es el elemento encargado para acumular la presión de aire en el circuito neumático de un camión.

3. ¿Qué tipo de sistema de freno monta el camión de Luís?

El camión de Luis monta un sistema de freno neumático para el freno de servicio y como freno auxiliar monta un retardador del tipo intárder.

4. ¿Qué elementos del sistema freno se utilizan para frenarla rueda de la plataforma?

Para frenar la plataforma del camión de Luis, cada rueda dispone de un sistema de freno de tambor con un dispositivo de tensado en forma de «S» y un cilindro neumático con resorte.

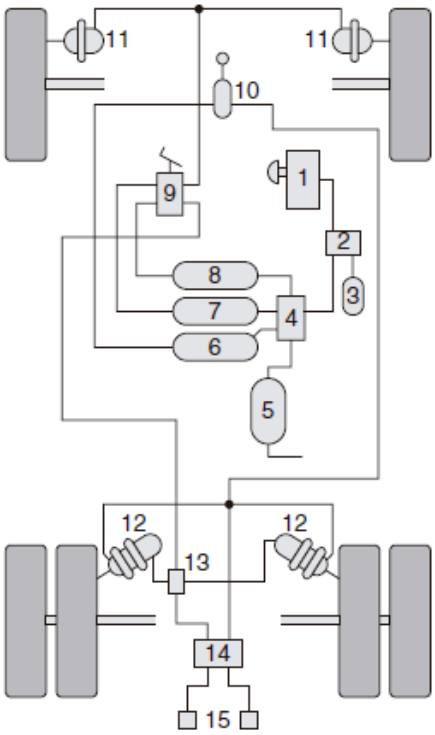
5. ¿Utiliza algún otro sistema de freno el vehículo de Luis?

El camión de Luis monta un sistema de freno neumático con retardador hidrodinámico (intárder).

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 388

1. Diseña un circuito de freno con fuerza auxiliar neumática. Enumera los elementos constituyentes y la función que cada uno realiza en el circuito.

Ejemplo de circuito:



Elementos que constituyen el circuito y misión:

1. Compresor, genera la presión en el circuito.
2. Regulador secador, es el elemento que regula la presión en el circuito y seca el aire de humedad.
3. Calderín del secador.
4. Válvula de seguridad de cuatro circuitos, asegura el caudal de aire en el resto de los circuitos, en caso de rotura de una canalización.
5. Calderín para los servicios auxiliares (bocina, freno motor, etc.)
6. Calderín del freno de estacionamiento.
7. Calderín del freno de servicio.
8. Calderín del freno de servicio.
9. Válvula y pedal del freno de servicio.
10. Válvula de freno de estacionamiento.
11. Cilindros de membrana del eje delantero.
12. Cilindros combinados del eje trasero.
13. Válvula correctora del eje trasero.
14. Válvula de frenos del remolque.
15. Conexiones para el freno de remolque.

2. Enumera los frenos continuos que más se emplean en vehículos industriales.

Los frenos continuos más empleados son:

- Freno motor, con válvula en el tubo de escape.
- Retardadores hidrodinámicos, (retárder e intárder).
- Retardadores eléctricos.

3. ¿Qué función realiza el deshidratador o secador en el circuito?

El deshidratador realiza la función de secar el aire y limpiarlo de partículas, obligando a pasar a este por el compartimiento del producto secante absorbiendo y condensando la humedad del aire.

4. ¿Qué ventajas ofrecen los sistemas de freno continuo?

Los frenos continuos ofrecen las siguientes ventajas:

- Frenan sin desgaste, no frenan por fricción.
- Incrementan la vida útil de los frenos de servicio.
- Ayuda en la conducción y permiten aumentarlas velocidades medias y bajar las pendientes con mayor seguridad.

5. Explica el funcionamiento básico de un freno motor.

El freno motor con válvula en el tubo de escape emplea el motor del vehículo como compresor. La retención del motor, al actuar este como un compresor, se convierte en fuerza de frenado. Es decir, el motor absorbe la energía cinética del vehículo.

El freno motor se acciona con una válvula de pie neumática o eléctrica que activa el cilindro de accionamiento de la válvula de mariposa del colector de escape. El sistema corta la alimentación del motor cuando se acciona el freno motor.

La válvula de mariposa del colector de escape cierra la salida de los gases y provoca la contrapresión en el colector y en los pistones de 2 a 5 bar, lo cual frena el desplazamiento de los pistones y, en consecuencia, el giro del motor.

6. Describe el funcionamiento de un freno continuo de tipo hidrodinámico.

En el freno continuo hidrodinámico o retardador hidrodinámico, el aceite que se encuentra en los compartimentos entre el rotor y el estator, se mueve gracias a las palas del rotor, creando un flujo de aceite de circuito cerrado entre la parte móvil y la parte fija del ralentizador.

Al activar el ralentizador, el aceite al chocar contralas palas del estator disminuye su velocidad, determinando la frenada del rotor y en consecuencia del vehículo.

7. Explica cómo se disipa el calor que se genera en el freno continuo en el proceso de frenado.

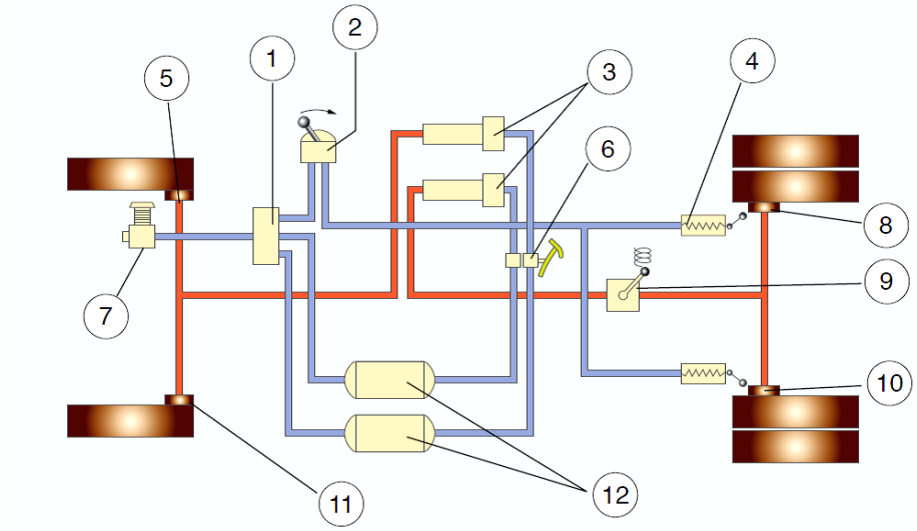
• Freno motor

• Hidrodinámicos

• Eléctricos

- **Freno motor.** El freno motor disipa el calor generado en la frenada a través del circuito de refrigeración del motor de combustión interna.
- **Hidrodinámicos.** El freno motor disipa el calor generado a través del circuito de refrigeración del motor de combustión interna, igual que el freno motor.
- **Eléctricos**. El freno eléctrico dispone de un sistema propio de refrigeración con un ventilador que ayuda en la canalización del aire, enfriando el conjunto.

8. Escribe en tu cuaderno el nombre de los elementos del siguiente esquema de un sistema de freno hidroneumático



1. APU
2. Válvula de freno de estacionamiento.
3. Convertidor hidroneumático.
4. Cilindro de freno de estacionamiento.
5. Conjunto de freno delantero.
6. Distribuidor dúplex.
7. Compresor.
8. Conjunto de freno trasero.
9. Válvula correctora del eje trasero.
10. Conjunto de freno trasero.
11. Conjunto de freno delantero.
12. Depósitos de aire.

9. ¿Qué tipo de freno emplean los tractores como freno de ruedas? Explica las características de este tipo de freno.

¿Qué líquido emplean? Normalmente emplean el líquido del circuito hidráulico. Algunos modelos de tractores disponen de un circuito de líquido específico de frenos similar al empleado por los automóviles.

¿Cómo son diseñados los pedales? Los pedales son diseñados para permitir frenar indistintamente cada una de las dos ruedas traseras.

¿Cómo se realiza el purgado? El purgado se realiza del mismo modo que en un circuito de un automóvil, el circuito de la rueda izquierda con el pedal izquierdo y la derecha con el derecho.

10. ¿Qué es y para qué sirve el modulador del sistema de freno EBS?

El modulador es una válvula relé eléctrica con accionamiento neumático del freno. El modulador se divide en dos partes: eléctrica y neumática. La parte eléctrica se compone de una válvula del sistema *backup*, válvula de alimentación, válvula de descarga y sensor de presión. La parte neumática se compone de una válvula relé.

Los sensores de presión, de desgaste de la pastilla y de rotación de la rueda alimentan el modulador con señales de información. El modulador transfiere dichas señales para la unidad de control del sistema EBS a través de una conexión CAN. La unidad de control calcula la presión de frenado necesaria y envía una señal de control de vuelta al respectivo modulador.

UNIDAD 12. EL FRENO DE ESTACIONAMIENTO

ESTUDIO DEL CASO - PÁG. 395

1. ¿Cuál es la función principal del freno de estacionamiento?

El sistema de freno de estacionamiento asume la tercera función de frenado. Debe ser capaz de mantener el vehículo detenido, aun en pendientes y en ausencia del conductor. En los automóviles y vehículos industriales ligeros, el freno de estacionamiento es el mismo que en el freno auxiliar y se conoce como freno de mano.

2. ¿Qué elementos comparte el freno de estacionamiento de un automóvil con el freno de servicio?

Generalmente, el freno de estacionamiento de un automóvil comparte con el freno de servicio los elementos de frenado de las ruedas; discos y pastillas o tambor y zapatas. El accionamiento de estos elementos se realiza por medio de una instalación independiente para el freno de estacionamiento.

3. ¿Cuál puede ser la causa de que el líquido de frenos del vehículo de Pedro se encuentre con un nivel bajo?

El líquido de frenos del vehículo de Pedro se encuentra con un nivel bajo debido al desgaste de las pastillas de freno traseras.

4. El mecánico de Pedro ¿puede retroceder manualmente el émbolo de la pinza de freno trasera?

El embolo de la pinza de freno del sistema de freno electromecánico no se puede retroceder manualmente, para esto se utiliza un equipo de diagnosis.

5. ¿Qué se debe hacer en el taller oficial para sustituirlas pastillas de freno?

Para sustituir las pastillas de freno en el sistema de freno de estacionamiento electromecánico, el equipo de diagnosis incorpora una función específica para realizar el cambio de pastillas. Al girar en sentido contrario los motores colocados en las pinzas, se desplaza al máximo el freno, provocando con ello que la tuerca de presión se desplace hasta su posición más retrasada sobre el husillo y permitiendo con esto, el cambio de las pastillas desgastadas por las nuevas. Con las pastillas nuevas colocadas en las pinzas, el equipo de diagnosis realiza el ajuste básico de los servomotores, presionando las pastillas contra el disco y memorizando el recorrido.

ACTIVIDADES FINALES - PÁG. 412

1. Explica cómo funciona la válvula del freno de estacionamiento neumático en sus distintas posiciones.

En la posición 0, el freno de estacionamiento se desactiva. La desactivación se realiza con presión de los cilindros combinados. Cuando los cilindros reciben presión comprimen el muelle y liberan los frenos permitiendo que el cilindro combinado pueda frenar como freno de servicio. El aire a presión del freno de servicio entra por el conducto.

En la posición I se conecta el freno de estacionamiento. La válvula dispone de dos salidas: una sirve para el eje trasero del camión y la otra para alimentarla válvula de mando del freno del remolque.

El sistema está diseñado como un sistema de seguridad, si el camión no tiene presión en el circuito neumático, presión de trabajo, no se puede desbloquear los frenos de estacionamiento ni iniciarla marcha. Y al contrario, si el circuito se queda sin presión, por una avería en el circuito, el freno de estacionamiento se activa y el camión se frenará por el efecto del cilindro combinado.

En la posición (II) se libera la presión de los frenos del remolque. De este modo se puede verificar que la cabeza tractora es capaz de frenar todo el conjunto en caso de fugas de aire en los frenos del remolque.

2. ¿Qué señales de entrada y de salida recibe la unidad de control del freno de emergencia en un sistema de freno de estacionamiento eléctrico-electrónico?

Señales de entrada:

- Tensión de batería.
- Llave de contacto de encendido.
- Posición II de la cerradura de encendido.
- Interruptor de posición del pedal de embrague.
- CAN, (velocidad del vehículo, interruptor de luz de freno, riesgo de bloqueo ABS).
- Pulsador del freno de estacionamiento electrónico.

Señales de salida:

- Estado del freno.

3. ¿En qué consiste el freno de tambor en disco?

El freno de tambor en disco consta de una unidad completa de tambor de freno en el interior del disco de freno trasero. La zapata de freno en este sistema está conectada

a una palanca que es accionada por el cable del freno de emergencia para activar el freno. El «tambor» es en realidad la parte interior del disco de freno trasero el cual se une mediante tornillos a la rueda.

4. Explica el funcionamiento del freno de estacionamiento eléctrico-electrónico con cable.

Al accionarse el interruptor, el actuador eléctrico tira del freno de estacionamiento accionando los cables y frenando el vehículo. El actuador está montado sobre el eje trasero entre los cables del freno de estacionamiento. Está formado por los ejes, estriado y hueco, un conjunto motor/engranaje y el módulo de gestión. Los ejes estriados y huecos están conectados entre sí mediante una rosca y alojan un cable en cada uno de sus extremos exteriores. El cable de freno acoplado al eje hueco está apoyado de modo que puede girar. El eje estriado está fijado radialmente en la carcasa.

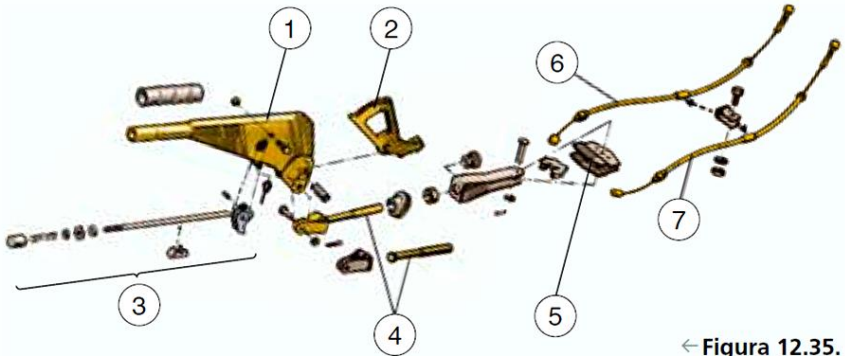
El eje hueco puede girar en ambos sentidos movido por el motor-engranaje. Cuando el motor gira, el eje estriado se introduce o sale del eje hueco a través de la rosca. Los dos cables del freno se estiran o aflojan. El eje hueco dispone de un sensor de fuerza que detecta la fuerza de tracción aplicada y transmite la información al módulo del freno de estacionamiento.

El módulo recibe las señales de entrada y activa el motor de corriente continua en función de la fuerza de tracción. El módulo dispone de un diagrama de fuerzas memorizado. El sistema se puede desacoplar mecánicamente mediante un tirador de desbloqueo de emergencia.

5. ¿Para qué sirve la función de asistente dinámico en arrancada en el freno de estacionamiento electromecánico?

La función de asistente dinámico en arrancada permite que se pueda iniciar la marcha del vehículo en pendientes, sin tirones, y sin que ruede en retroceso. Esta función solo es operativa si la puerta del conductor está cerrada, el cinturón de seguridad del conductor está abrochado y el motor está en funcionamiento.

6. Nombra en tu cuaderno los elementos del accionamiento mecánico del freno de estacionamiento.



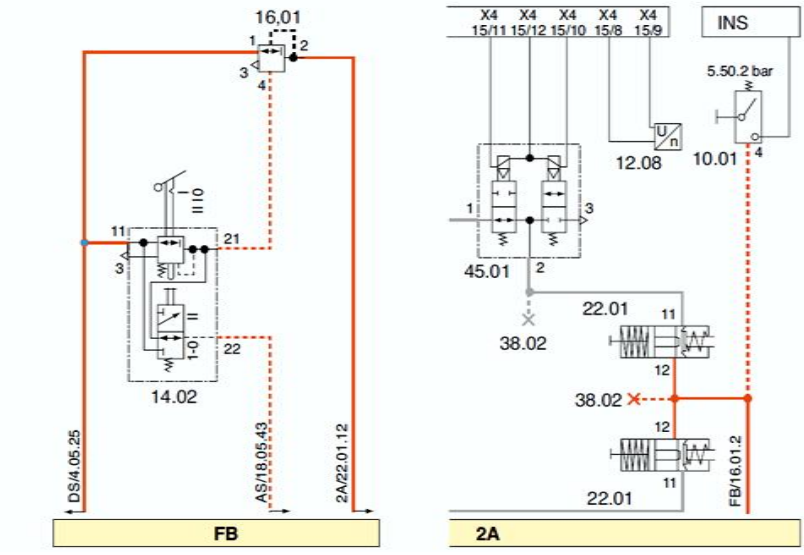
←Figura 12.35.

1. Palanca del freno de estacionamiento.
2. Trinquete.
3. Mecanismo de bloqueo del trinquete.
4. Tornillo tensor del freno.
5. Igualador.
6. Cable rueda trasera derecha.
7. Cable rueda trasera izquierda.

7. ¿Qué funciones de asistencia combina la función AUTO HOLD en el freno de estacionamiento electromecánico?

La función AUTO HOLD combina las siguientes funciones de asistencia:

- **Asistente en arrancada.** Esta función asiste al conductor automatizando las operaciones de parada y arrancada en subidas. El sistema evita que el vehículo ruede involuntariamente hacia atrás.
- **Asistente para *stop and go.*** Esta función permite mantener el vehículo parado durante trayectos cortos de arranque y parada sin que el conductor tenga que pisar el freno continuamente.
- **Aparcamiento automático.** Con la función AUTO HOLD activada se activa automáticamente el freno de estacionamiento si se procede a parar el motor, abrir la puerta del conductor, desabrocharse el cinturón de seguridad o desconectar el encendido.

8. Nombra en tu cuaderno los elementos del siguiente esquema neumático:

Elemento	Identificación
14.02	Mando neumático del freno de estacionamiento
16.01	Válvula relé
22.01	Cilindros combinados del eje trasero